T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI Nİ-Tİ DÖNER ALET SİSTEMLERİ VE YIKAMA SOLÜSYONLARI KOMBİNASYONLARININ DENTİN DEZENFEKSİYONUNA VE KÖK KANALINDAN DEBRİS ÇIKIŞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZLEM KAHVECİ DOYDUK

DOKTORA TEZİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. AYÇE ÜNVERDİ ELDENİZ

KONYA-2009

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI Nİ-Tİ DÖNER ALET SİSTEMLERİ VE YIKAMA SOLÜSYONLARI KOMBİNASYONLARININ DENTİN DEZENFEKSİYONUNA VE KÖK KANALINDAN DEBRİS ÇIKIŞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZLEM KAHVECİ DOYDUK

DOKTORA TEZİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. AYÇE ÜNVERDİ ELDENİZ

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 062020233 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA-2009

ii. ÖNSÖZ

Maddi ve manevi desteklerini hep yanımda hissettiğim babam Tevrat Kahveci'ye, annem Nadiye Kahveci'ye, ablam Arzu Kahveci'ye ve sevgili eşim İzzet Nesip Doyduk'a; tezimin hazırlanması sırasında her konuda bana yardımcı olan, yol gösteren tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ayçe Ünverdi Eldeniz'e; değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sema Belli'ye; istatistik analizlerde yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Said Bodur'a; mikrobiyoloji çalışmalarımdaki yardım ve katkılarından dolayı Sayın Vet. Dr. Kürşat Kav'a, arkadaşlarım Hatice Özkan ve Şerife Tuba Büyüközer'e en içten duygularımla teşekkür ederim.

iii. İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGELER VE KISALTMALAR v

1. GİRİŞ

1. 1. Kök Kanal Mikroflorası…….....1

1. 2. BirincilEnfeksiyonlar…….....2

1. 3. İkincil Enfeksiyonlar…….3

1. 4. *Enterokok'*ların Özellikleri……5

1. 5. Kök Kanal Sisteminin Temizlenmesinin Önemi…….....7

1. 6. Mekanik Kök Kanal Preparasyonu…….....8

1. 7. Kök Kanal Preparasyon Yöntemleri…….....9

1. 7. 1. El Aletleri ile Preparasyon…….....9

1. 7. 2. Ni-Ti Döner Alet Sistemleri ile Preparasyon……...11

1. 7. 3. Kullanılan Mekanik Preparasyon Sistemleri……....13

1. 8. Preparasyon Esnasında Yapılan Yıkamanın Önemi……...17

1. 8. 1. İdeal İrrigasyon Solüsyonunun Özellikleri…….....18

1. 8. 2. Günümüzde Kabul Gören Yıkama Solüsyonları……18

1. 9. Apikal Ekstrüzyon……..23

2. GEREÇ ve YÖNTEM…….....27

2. 1. Kök Kanallarının Deney Öncesi Hazırlanması……..27

2. 2. Deney Düzeneği…….....28

2. 3. Mikrobiyolojik İşlemler…….28

2. 3. 1. Besi Yerlerinin Hazırlanması……28

2. 3. 2. Kök Kanallarının *Enterococcus faecalis* ile Enfekte Edilmesi…….29

2. 4. Kök Kanal Preperasyon ve İrrigasyonu…….30

2. 5. Kullanılan Kök Kanalı Yıkama Solüsyonları…….....33

2. 6. Dentin Talaşı Toplama İşlemi……42

2. 7. Sulandırma İşlemi……..42

2. 8. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi…….48

2. 9. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi…….....49

3. BULGULAR……...50

3. 1. Mikrobiyal Eliminasyon……50

3. 2. Koloni Sayım Sonuçlarının Değerlendirilmesi……..58

3. 3. Kök Ucundan Debris Çıkış Miktarının Değerlendirilmesi…….....63

3. 4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Bulguları……..….68

4. TARTIŞMA…….....78

4. 1. Kök Kanal Preparasyonunun Değerlendirilmesi……78

4. 2. Kanal İçi Yıkamanın Değerlendirilmesi…….....80

4. 3. Kanal İçi Dezenfeksiyonun Tespitinin Değerlendirilmesi…….....81

4. 4. Seçilen Mikroorganizmanın Değerlendirilmesi…….....85

4. 5. Mikrobiyal Eliminasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi…….86

4. 6. Kök Ucundan Debris Çıkışının Değerlendirilmesi…….....90

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER…….95

6. ÖZET……..98

7. SUMMARY…….....99

8. KAYNAKLAR…….100

9. ÖZGEÇMİŞ……..116

iv. SİMGELER VE KISALTMALAR

µm: Mikron=mikrometre (10^{-6}m)

lt: Litre

ml: Mililitre

pH: Power of Hydrogen (Hidrojenin gücü)

SEM: Scanning electron microscope (taramalı elektron mikroskobu)

^{o}C: Degree centigrade (santigrad derece)

$Ca(OH)_2$: Kalsiyum hidroksit

mEq/L: Milliequivalent per liter (milieküvalent/litre)

rpm: Revolutions per minute (dakikadaki devir sayısı) (Dakika/devir)

kDa: Kilodalton

J/m^2: Joule Per Square Meter (Jul/metrekare)

NaOCl: Sodyum Hipoklorit

EDTA: Ethylenediaminetetraacetic acid (Etilendiamintetraasetik asit)

ISO: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilâtı)

Cl_2: Klor

Cl^-: Klorür

OCl^-: Hipoklorit

H^+ : Hidrojen

e^- : Elektron

H_2O: Su

µg/ml: Mikrogram/mililitre

w/v: Weight/volume (ağırlık/hacim)

mOsm/L: Osmolarite

log_{10}: Logaritma 10

1. GİRİŞ

1. 1. Kök Kanal Mikroflorası

Mikroorganizmalar ve bunlara ait yan ürünler, endodontik hastalıkların ortaya çıkmasında en önemli etiyolojik faktörlerdir (Kakehashi ve ark 1965, Matusow 1979). Ağız boşluğunun normal florasında 500'den fazla bakteri türünün bulunduğu bilinmekle birlikte, bunlardan yaklaşık 150 mikroorganizma çeşidi kök kanallarından izole edilebilmiş ve kültürü yapılabilmiştir (Gomes ve ark 2004).

Kakehashi ve arkadaşları (1965), germ-taşımayan deney farelerinde yaptıkları çalışmalarında, mekanik olarak pulpa ağız ortamına açık halde bırakılsa bile bakteri yokluğunda pulpanın canlılığını sürdürebildiğini göstermişlerdir. Ağız mikroflorasındaki bir bakteri, herhangi bir sebeple (diş çürüğü, travma, periodontal hastalık vb…) pulpaya ulaştığında nekrotik hale gelen pulpanın içinde bulunduğu kapalı bir ortam olan kök kanalı, çoğunluğu anaerobik olan karışık mikroorganizma topluluğu için uygun yaşama ve çoğalma koşullarını sağlar. Bu kök kanal sistemi içindeki mikroorganizmaların periapikal dokulara geçişi ve bölgeye yayılması ile kök ucunda periapikal doku hastalıkları gelişir (Dahlén ve Haapasalo 1999, Nair 2004).

Kök kanal florasının seçici etkiler altında kalması neticesinde bazı bakteriler diğer bakterilerden daha elverişli şartlar bulur ve daha fazla çoğalır. Özellikle primer enfekte (hiç tedavi edilmemiş nekrotik pulpa dokusu bulunan kök kanalında, mikroorganizmaların pulpa dokusuna girdiği ve organize olduğu durumlarda) kök kanallarında zorunlu anaerob bakterilerin büyümesi kolaylaşmış olur (Sundqvist 1992). Sekonder enfeksiyonlarda (endodontik tedavi sonrasında kök kanalında mikroorganizmaların varlıklarını sürdürmelerine bağlı olarak görülen enfeksiyon durumu) ise fakültatif bakterilerin çoğaldığı gözlenmiştir (Molander ve ark 1998, Sundqvist ve ark 1998, Peciuliene ve ark 2001, Pinheiro ve ark 2003).

1. 2. Birincil Enfeksiyonlar

Genelde anaerobik enfeksiyonlar, nekrotik doku bulunan, kan dolaşımı yetersiz olan yerlerde ve oksidasyon-redüksiyon kapasitesi düşük olan doku içindeki aerobik ve fakültatif enfeksiyon ardından meydana gelir (Baumgartner ve Falkler 1991). Yetersiz kollateral dolaşım sebebiyle, nekrotik pulpa vücuttaki mevcut genel temizleme prosedürlerinden ve immun mekanizmadan yoksun olduğu için iyileşemez. Kök kanal sistemi, mikroorganizmalar ve ürünleri için uygun bir barınak haline gelir (Naidorf 1972).

Bakterilerin birbirleriyle olan ilişkileri ve beslenme kaynakları enfeksiyon oluşmasında önemli rol oynamaktadır (Sundqvist 1992). Periapikal lezyonu bulunan çürüksüz ve hiç tedavi edilmemiş kök kanallarında zorunlu anaeroblar (>%90) (*Fusobacterium, Porphyromonos, Prevotella, Eubakterium ve Peptostreptococcus*) baskın iken (Byström ve Sundqvist 1981, Haapasalo 1989, Sundqvist ve ark 1989), çürük bulunan periapikal lezyonlu dişin apikal kısmında bu bakterilere daha düşük (<%70) oranda rastlanır (Baumgartner ve Falkler 1991).

Maymunlarda yapılan bir çalışmada tükürük ile kontamine edilen pulpa incelenmiştir. Tükürük ile kontamine kök kanalında fakültatif anaerobik bakterilerin anaerobik bakterilerden daha fazla olduğu fakat zamanla anaerobik bakterilerin sayısının daha baskın hale geçtiği belirlenmiştir. Bununla beraber normalde tükürükte bulunmalarına rağmen *Staphylococci, Neisseria, Lactobacilli* ve mantarların, enfekte kök kanalında nadiren görüldüğü bildirilmiştir (Fabricius 1982).

Maymunlarda yapılan diğer bir çalışmada aseptik şartlarda nekroze edilen pulpa odaları kapatılarak 6–7 ay sonra klinik, mikrobiyolojik, histolojik ve radyolojik olarak incelenmiştir. Deney sonunda steril oldukları doğrulanan dişlerin hiçbirinde periapikal enflamasyon gözlenmemiştir. Ancak, pulpası ağız florası ile kontamine edilmiş dişlerde klinik, radyografik ve histolojik olarak periapikal enflamasyon işaretlerine rastlanmıştır (Möller ve ark 1981).

Diğer bir 25 hasta üzerinde yapılan *in vivo* çalışmada, *Peptococcus, Peptostreptococcus, Eubacterium, Porphyromonas,* ve *Bacteroides* bakterilerinin enfekte ve perküsyonda ağrı mevcut olan dişlerle, *Porphyromonas* ve *Bacteroides* türlerinin ise kanaldan kötü koku gelen dişlerle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Hashioka ve ark 1992).

Sundqvist ve ark (1989), kök kanal enfeksiyonlarında *siyah pigmentli Bacteroides* türlerini araştırmışlar ve sonuç olarak *B. intermedius, B. endodontalis* ya da *B. gingivalis* mikroorganizmalarının varlığında pürülen apikal periodontitis meydana gelme ihtimalinin arttığını bildirmişlerdir.

Baumgartner ve Falkler (1991), yaptıkları bir *in-vivo* çalışmada, kök ucu ile ilişkili periapikal lezyonu ve pulpaya uzanan çürüğü bulunan 10 dişi çekim sonrasında, apikal 5 mm'lerinde bulunan mikroorganizmaları saptamak amacıyla anaerobik ve aerobik şartlarda inkübe etmişlerdir. Sonuç olarak, *Actinomyces türleri, Lactobacillus türleri, siyah pigmentli Bacteroides, Peptostreptococcus türleri, pigmentsiz Bacteroides, Veillonella parvula, Enterococcus faecalis, Fusobacterium nucleatum* ve *Streptococcus mutans* türlerinin en fazla gözlenen mikroorganizmalar olduğunu bildirmişlerdir. İzole edilen 50 bakteri çeşidinin 34'ünün zorunlu anaerob olduğu gözlenmiştir.

1. 3. İkincil Enfeksiyonlar

Kök kanal sistemi içindeki sınırlı besin miktarına, metabolik ve büyüme aktivitesini engelleyen ürünlerin ortamda birikmesine bağlı olarak bakterilerin çeşitliliği ve aralarındaki ilişkiler değişmektedir. Endodontik tedavi de bu durum ile alakalıdır. Kök kanalı içindeki anaerobik koşullar pulpa odasının açılması ile değişir ve biyomekanik işlemler kanalda bulunan besinlerin ortadan kaldırılmasına sebep olur. Bununla beraber kök kanalının doldurulması ile tekrar anaerobik koşullar geri döner ve kanal içine apikal dokulardan gelen doku sıvılarının sızması ile kalan bakteriler için uygun besin ortamı sağlanır ve bakteriler kök kanal sistemi içinde çoğalır. Özellikle seanslar arası kanal içi medikament kullanılmadığı durumlarda biyomekanik işlem sonrası yaşamaya devam eden anaerobik bakteriler kolaylıkla çoğalmaktadır. Bununla beraber *Enterococcus faecalis* gibi bazı bakteriler çeşitli tiplerde kanal içi

medikamentler (kalsiyum hidroksit, kafurlu para ve monoklorfenol, formokrezol gibi) kullanılsa bile bunlara direnç göstererek, kanal içinde değişen koşullara uyum sağlayarak sonrasında yeniden enfeksiyon oluşturabilir (Haapasalo ve Ørstavik 1987, Ørstavik ve Haapasalo 1990, Siqueira ve Uzeda 1996, Behnen ve ark 2001, Lynne ve ark 2003, Schäfer ve Bössmann 2005). Oluşan bu enfeksiyonun tedavisi ise *E. faecalis*'ler dentin tübülleri içinde 400-1000 µm arasında değişen tübül derinliklerine kadar ilerleyebildiği için oldukça güçtür (Haapasalo ve Østavik 1987, Sundqvist 1992).

Gomes ve ark (1994, 1996a, 1996b) bazı anaerobik bakteriler ve endodontik tedavili dişlerde görülen başarısızlık arasında bir ilişki olabileceğini bildirmişlerdir. Diğer araştırıcılar, endodontik tedavi başarısızlığı ile ilgili çalışmalarında kök kanalında sınırlı çeşitlilikte mikroorganizma bulunduğunu ve bunların ağırlıklı olarak fakültatif anaerobik gram pozitif bakterilerden oluştuğunu ve özellikle de *E. faecalis* türünün baskın olduğunu belirtmişlerdir (Molander ve ark 1998, Sundqvist ve ark 1998, Peciuliene ve ark 2001, Pinheiro ve ark 2003).

Love (2001), *S. gordoni, S. mutans* ve *E. faecalis* mikroorganizmalarını 56 gün boyunca içinde insan serumu bulunan besiyerinde saklamışlardır. Sonuç olarak insan serumu varlığında *E. faecalis*'in dentin tübüllerine yayılması ve immobilize Tip 1 kolajene bağlanması artmıştır. Bu özelliklerine bağlı olarak da *E. faecalis*'lerin periapikal hastalıklarda ve endodontik tedavi başarısızlıklarında sıklıkla görüldükleri düşünülmektedir.

George ve Kishen (2007) tarafından, dentin blokları kullanılarak yapılan bir çalışmada dentin dokusu tükürük ile muamele edildiğinde *E. faecalis*'in dentine bağlanmasının arttığı bildirilmiştir. Böylece koronal sızıntı görülen dişlerde kök kanalı içinde kalan mikroorganizmaların besin ortamına kavuşması neticesinde önceden varolan biyofilm yüzeyine bağlanabildikleri ya da yeni biyofilm tabakaları oluşturabilecekleri aynı araştırıcılar tarafından vurgulanmıştır.

1. 4. *Enterokok'*ların Özellikleri

*Enterokok'*lar gram pozitif koklardır. Tekli, ikili ya da kısa zincirler halinde gözlenirler. Oksijen varlığında ya da yokluğunda büyüyebilme yeteneğine sahip olma anlamına gelen fakültatif anaerob özelliğine sahiptirler. *Enterokok'*lar yüksek alkalin (pH 9,6) ve tuz konsantrasyonu içeren elverişsiz ortamlarda bile yaşayabilmektedirler (Gilmore 2002, Tendolkar 2003). Sofra tuzu, deterjanlar, ağır metaller, etanol, asit ve kurutulmaya karşı dirençlidirler (Gilmore 2002). Ağız ortamında farklı bölgelerde bulunurlar (Rams ve ark 1992).

Son zamanlarda 23 Enterokok türünün var olduğu bildirilmiştir (Gilmore 2002). *Enterokok'*lar içinde *Enterococcus faecalis* ve *Enterococcus faecium* toplumda gastrointestinal yol ve üriner sistemde en sık rastlanan bakteri tipidir. *E. faecalis* bir patojen olarak endokarditisi de içeren birçok enfeksiyona sebep olur ve *E. faecium'*dan daha yaygın olarak karşılaşılır (Mohamed ve ark 2004).

*Enterokok'*lar birçok virulans faktöre sahiptir. Bu virulans faktörleri sayesinde konak hücrelere ve ekstrasellüler matrikse bağlanırlar, dokulara invazyonları kolaylaşır, bağışıklık sistemini etkiler ve salgıladıkları toksinler nedeniyle konağa zarar verebilirler. Bu faktörler arasında yapışma maddesi, esp gibi enterokokal yüzey proteinleri, jelatinaz, sitolizin toksini, ekstrasellüler süper oksit üretimi, kapsüler polisakkaritler, antibiyotik direnci belirleyicisi ve biyofilm oluşturma yeteneği sayılabilir (Portenier ve ark 2003).

1. Agregasyon Maddesi (AS): Bu madde, 37 kDa yüzeyde bulunan protein, plazmid kodlu bağlayıcıdır. Bu bağlayıcılar, hücrelerin birbirleriyle temas etmesi suretiyle verici ve alıcı arasında plazmid değişimini yönetmektedir. Bu yolla antibiyotik direnci gibi genetik özellikler, *E. faecalis* çeşitleri ile diğer çeşitler arasında transfer edilebilmektedir.

2. *Enterokokal* yüzey proteinleri (örneğin esp): Esp, birden fazla tekrar eden bölgeler içeren büyük kromozal kodlu yüzey proteinidir. Esp'nin virulans oluşturmadaki rolü açıklık kazanmamıştır. Fakat merkezdeki tekrar eden

bölgedeki proteini, bakteri yüzeyinden içeri çekerek immün sistemden bu proteini saklamaya yardım edebildiği de düşünülmektedir.

3. Jelatinaz: Bakteriyel proteazların en önemli fonksiyonu organizmaya peptit içeren gıda sağlamaktır. Bununla beraber proteazlar konak dokulara direk ya da indirek yolla zarar verebilir. *E. faecalis,* iki proteaz salgılar; jelatinaz ve serin proteaz. Jelatinaz non-plazmid, metallo-endopeptidazdır. Hidrofobik proteindir ve ortalama 6–8 pH'ya sahiptir. Jelatin, kazein, insülin, fibrinojen ve küçük peptidlere hidrolize olabilir. *E. faecalis,* insan endotelini inaktive ettiği için metalopeptidaz olarak da isimlendirilmiştir (Mäkinen ve Mäkinen 1994).

4. Hemolizin: Hemolizin (sitolizin), plazmid kodlu toksindir ve beta-hemolitik *E. faecalis* tarafından üretilmektedir. Eritrositleri, polimorfonüklear nötrofilleri ve makrofajları yok eder ve bakteriyel hücreleri öldürür. Fagositozun azalmasına sebep olur.

5. Ekstrasellüler süperoksit: Ekstrasellüler süperoksit üretimi *enterokokal* virülans ile ilişkilidir ve invaziv türlerde kommensal türlerden daha fazla üretilmektedir.

6. Antibiyotik direnci: Birçok *entrokok*, beta laktam içeren birkaç antibiyotiğe (sefalosporinler ve yarı sentetik penisilinaza dirençli penisilin), klindamisine, düşük konsantrasyonda aminoglikozidlere ve fluoroguinolonelara dirençlidir. Ampisilin ve vankomisine doğal olarak hassas olmalarına rağmen bu antibiyotikler ile bir kez karşılaştıktan sonra direnç kazanabilirler. Tetrasiklinlere, makrolidlere, glikopeptidlere (vankomisin ve teikoplanin), kloramfenikol ve yüksek konsantrasyonlarda beta laktamlara aminoglikozidler kadar direnç geliştirebilirler.

7. Biyofilm oluşturma yeteneği: Biyofilm polisakkaritler ve proteinlerden oluşan ince bir tabaka matris içine gömülen veya yüzeye bağlanan mikroorganizma topluluğunu ifade eder (Portenier ve ark 2003). Biyofilm içindeki mikroorganizmalar, antimikrobiyal ajanlara daha dirençli hale geçerler (Dunavant ve ark 2006).

Hartke ve ark (1998), *E. faecalis*'in oligotropik (besin oranı az) ortama metabolik adaptasyon kabiliyetini araştırmışlardır. Oligotropik ortamda inkübasyon sırasında, çoğalma (exponential-growth phase) ve çoğalmanın olmadığı (durağan) (early-stationary phase) safhadaki *E. faecalis* hücrelerinin çevresel streslere (sıcaklık (62°C), asit (pH 3,3), Ultra Viyole$_{254}$ ışığına (180J/m^2) ve sodyum hipoklorit'e (%0,05) karşı daha dirençli hale geldiği ve maksimum yaşayabilme kapasitesine ulaştığı bildirilmiştir. Bunun tam tersi, musluk suyunda inkübasyon sırasında glikoz varlığı nedeniyle 24 saatte hücrelerin öldüğü de gözlenmiştir. Bu durumun sebebinin bazı proteinler ve bu proteinlerle bağlantılı genler nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Bilindiği üzere enfekte kök kanalı şekillendirme ve antibakteriyel yıkama (kemomekanik preparasyon) uygulaması sonrasında dahi sadece %50-70 oranında temizlenebilmekte; geri kalan kısımdaki bakteriler canlılıklarını devam ettirmektedir (Byström ve Sundqvist 1983, Barnett ve ark 1985). *E. faecalis*'ler önceden kanal tedavisi geçirmiş ve kronik periapikal patoloji gösteren dişlerden sıklıkla izole edilmiştir (Nair ve ark 1990, Sirén ve ark 1997). Sundqvist ve ark (1998) yaptıkları bir çalışmada tekrarlayan kök kanal tedavisi esnasında kök kanal sisteminde *E. faecalis* varlığı belirlenen 9 dişin kanal dolguları yenilendiğinde ve 5 sene takibi sonrasında dişlerin 3'ünde periapikal dokuların iyileşmediğini bildirmişlerdir. Bütün bu nedenlerle günümüze kadar farklı yıkama solüsyonları ve farklı enstruman tipleri kullanılarak *E. faecalis*'lerin kök kanal sisteminden uzaklaştırılma etkinliğini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır (Pataky ve ark 2002, Menezes ve ark 2004, Colak ve ark 2005, Mc-Gurkin Smith ve ark 2005, Eldeniz ve ark 2007).

1. 5. Kök Kanal Sisteminin Temizlenmesinin Önemi

Kök kanal dezenfeksiyonun amacı, kanal içindeki bakterileri ve bunların yan ürünlerini uzaklaştırarak, periradiküler dokulara geçişlerini engelleyip, bu dokularda hastalık oluşturmasını önlemek ve/veya var olan hastalığın iyileşmesine yardımcı olmaktır.

Bakteriden arındırılmış bir kök kanalı elde etmek için çeşitli el eğeleri veya döner aletler ile mekanik temizlik ve şekillendirme esnasında anti-

bakteriyel özelliğe sahip yıkama solüsyonları kullanılarak kimyasal temizlik yapılmaktadır. Bu şekilde enfekte kök kanallarından enfekte dentin dokusu, pulpa dokusu, nekrotik doku ve mikroorganizmalar uzaklaştırılabilmektedir.

Günümüze kadar birçok araştırmacı yapılan kemomekanik temizliğin öneminden bahsetmiştir (Liolios ve ark 1997, Siqueira ve ark 2000, Card ve ark 2002, Usman ve ark 2004, Burleson ve ark 2007, Yang ve ark 2008, Soares ve ark 2008).

1. 6. Mekanik Kök Kanal Preparasyonu

Literatürde mekanik kök kanal preperasyonu için günümüze kadar çeşitli terimler kullanılmıştır; bunlar şekillendirme, preparasyon veya genişletmedir.

İlk olarak Schindler 1974 yılında şekillendirme ile ulaşılması gereken hedefleri ikiye ayırarak; 5 tane şekil ile ilgili ve 4 tane de biyolojik amaçtan bahsetmiştir.

Şekil ile ilgili sağlanması gereken amaçlar;

1. Apeksden giriş kavitesine doğru devamlı açısı artan huni formu oluşturulmalı,
2. Apikale doğru her noktadaki kesitinin çapı daha dar olmalı,
3. Apikal foramen orijinal yerinde muhafaza edilmeli,
4. Kök kanal preparasyonu orijinal kanalın şeklini takip etmeli,
5. Apikal açıklık mümkün olduğunca küçük muhafaza edilmelidir.

Biyolojik olarak sağlanması gereken amaçlar,

1. Şekillendirme kök kanal içinde kalmalı,
2. Nekrotik debris foramenden dışarı itilmemeli,
3. Tüm doku artıkları kök kanalından uzaklaştırılmalı,
4. Kanal içi medikamentler için yeterli alan oluşturulmalıdır (Schindler 1974).

Hülsmann ve ark (2005) ise daha sonra mekanik preparasyon ile elde edilmek istenen hedefleri aşağıdaki şekilde özetlemişlerdir;

1. Kanal içindeki vital ve nekrotik dokuları uzaklaştırmak,
2. İrrigasyon ve medikasyon için yeterli alan yaratmak,

3. Apikal kanal anatomisinin lokalizasyonu ve bütünlüğünü korumak,
4. Kanal sistemi ve kök yapısına iyatrojenik hasar vermekten sakınmak,
5. Kanal doldurma işlemini kolaylaştırmak,
6. Periradiküler dokuların irritasyonu ve/veya enfeksiyonundan sakınmak,
7. Dişin uzun dönem ağız içinde fonksiyonuna izin verecek yeterli miktarda kök kanal dentini bırakmak.

1. 7. Kök Kanal Preparasyon Yöntemleri

Günümüzde kullanılan kök kanal şekillendirme yöntemleri ‘‘manuel preparasyon’’ denilen el eğeleri ile yapılan, döner sistemlerle yapılan, sonik-ultrasonik aletlerle yapılan, lazer sistemleri ile yapılan ve enstrüman kullanılmayan teknik (NIT: Non-instrumental teknik) olarak özetlenebilir (Hülsmann ve ark 2005).

Bu teknikler arasında klinik uygulamalarda en yaygın kullanımı olan ve kabul gören teknikler; el ile preparasyon yöntemleri ve son zamanlarda popüler olan farklı nikel titanyum döner alet sistemleridir.

1. 7. 1. El Aletleri ile Preparasyon

Genel olarak kanal şekillendirme işlemleri 0.02 açılı ISO standartlarına uygun paslanmaz çelik aletler kullanılarak el ile yapılmaktadır. Bu aletlerin 16 mm’sinde kesici bıçak bulunmakla beraber uç kısımdan itibaren her 1 mm’de alet çapı 0,02 mm artmaktadır. El eğeleri, kesici olan ya da kesici olmayan uç yapısına sahip olabilir. Çok çeşitli el aleti bulunmakla beraber en fazla tercih edilenleri Hedström ve K-tipi aletlerdir. Bu iki aletin çalışma prensibi farklıdır. K-tipi aletler rotasyonel ve düz ileri-geri hareketler ile kullanılabilirken, Hedsröm aletler ile sadece ileri-geri hareketler ile çalışılabilir (Saunders 2005).

Paslanmaz çelik aletlerin kullanımında karşılaşılan en önemli dezavantaj esnek olmamasına bağlı olarak eğimli kanallarda iyatrojenik hasar yaratmasıdır. Ayrıca 0.02 açılı olması nedeniyle konikliği az bir kanal şekli oluşturarak yıkama solüsyonunun kanal içinde daha az miktarlarda kalmasına

ve bu sebeple de artıkların apikale doğru taşınmasına sebep olduğu belirtilmiştir (Saunders 2005).

Sonradan süperelastisite özelliklerinden dolayı nikel-titanyum (Ni-Ti) alaşımdan yapılmış el aletleri kullanılmaya başlanmıştır. Ni-Ti kanal eğeleri paslanmaz çelik aletlere göre daha az aşındırıcıdır (Kazemi ve ark 1996). Bu sebeple eğri kök kanallarında yaşanan sorunlar kısmen çözüme ulaşırken, eskiden beri varolan uzun çalışma süresi kısaltılamamıştır. Daha sonra, çalışma süresini kısaltmak için döner Ni-Ti esaslı kanal aletlerinin geliştirilmesi gündeme gelmiştir. Özel redüksiyonlu angldruvasına takılarak, sabit devirde kullanılan bu aletlerle, kök kanallarında geleneksel yöntemlere kıyasla çok daha kısa sürede ve istenmeyen şekil değişikliklerine yol açmadan şekillendirme yapılabileceği ileri sürülmüştür (Walia ve ark 1988, Küçükay ve ark 2004).

Anaerobik bakteriyel kültür elde etme yöntemlerinin uygulandığı bir çalışmada mekanik preparasyon ile bakteri sayısının azaltılabileceği fakat yine de ilk seansın sonunda negatif kültür elde edilebilecek kadar azaltılamayacağı gösterilmiştir (Byström ve Sundqvist 1981)

El aletleri ve serum fizyolojik solüsyonu kullanılarak kök kanalının biyomekanik olarak temizlenmesi ile sadece orta derecede antibakteriyel temizlik sağlandığı ileri sürülmüştür (Çalışkan 2006a).

Yapılan bir çalışmada el aletlerinden K-file (step back tekniği), Nitiflex K-file (step back tekniği) ve K-reamer (standardize teknik) aletlerinin *Enterococcus faecalis*'i kök kanallarından uzaklaştırma etkinliği incelenmiştir. Mekanik preparasyon sonrasında önemli oranlarda bakteri miktarının azaldığı ancak, kullanılan preparasyon teknikleri ve eğeler arasında mikroorganizma eliminasyonu açısından bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir. Mekanik preparasyona ek olarak yıkama solüsyonu olarak serum fizyolojik kullanılan grupta, hiç yıkama yapılmayan gruplara göre daha az miktarlarda bakteriye rastlanmıştır (Pataky ve ark 2002).

1. 7. 2. Nikel-Titanyum (Ni-Ti) Döner Alet Sistemleri ile Preparasyon

Döner alet sistemleri, çalışma sırasındaki güvenilirlikleri, şekillendirme zamanını kısaltmaları, apikalden koronale doğru devamlı artan koniklikte şekillendirirken huni şekli veren tasarımları, kesmeyen güvenli eğe uç yapıları, farklı kesit alanları, nikel titanyum olmaları sebebiyle torsiyonel kuvvetlere yüksek direnç göstermeleri ve farklı koniklikte aletlere sahip olmaları nedenleriyle avantajlıdır (Thomson 2000).

Ni-Ti döner eğelerini klinikte kullanılırken dikkat edilecek önemli hususlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Kanal aletlerine fazla kuvvet uygulanmamalıdır.
2. Sodyum hipoklorit (%5,25) ile sık yıkama yapılmalıdır.
3. Şekillendirme sonrası oluşan smear tabakası uzaklaştırılmalıdır. En son uygulanan sodyum hipoklorit sonrasında EDTA ile kanalın yıkanması tavsiye edilir.
4. Apikal tıkanmayı önlemek için her eğe kullanımı sonrasında kanallar yıkanmalıdır.
5. Şekillendirme sırasında ‘‘Crown Down’’ tekniği uygulanmalıdır.
6. Eğelerin kullanımı esnasında bıçaklar arasında kalan dentin artıkları sık sık temizlenerek kök kanalında çalışılmaya devam edilmelidir.
7. İlerlemeye direnç görüldüğü zaman özellikle apikal üçlüde, kuvvet uygulanmamalıdır.
8. Her kullanımdan sonra eğelerin yivlerini kontrol etmek gerekir.
9. Eğeler birden fazla kullanılabilirse de çok kıvrık ve ters kurvatürü olan kanallarda kullanıldıktan sonra başka kanallarda kullanılmamalıdır.
10. Çalışma sırasında uygulanacak en uygun hız 150–600 devir/dakika (rpm)’dir (Küçükay ve ark 2004, Mounce 2004).

Piyasada birçok farklı markaya ait Ni-Ti döner alet sistemi bulunmaktadır ve her gün firmalar tarafından farklı eğe tasarımına sahip yeni Ni-Ti döner alet sistemleri piyasaya sürülmektedir. Lightspeed, ProFile, Hero

642, ProTaper, K3, Sistem GT, Mtwo, HERO Shaper®, Hero Apikal, EndoFlare, Race, S Apeks, NiTi TEE, FlexMaster gibi birçok Ni-Ti döner alet sistemi dişhekimlerinin kullanımına sunulmuştur. Fakat literatürde bu Ni-Ti sistemlerin kök kanal sistemini dezenfeksiyon etkinliğini kıyaslamalı olarak inceleyen çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (Dalton ve ark 1998).

Dalton ve ark (1998) 48 hastada yaptıkları çalışmada ProFile döner alet sistemi ve K-file el aletleri kulanmışlar ve iki yöntemle de kök kanallarından bakterilerin tam olarak uzaklaştırılamadığını ve aralarında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir.

Card ve ark (2002), klinik ve radyolojik bulguları apikal periodontisi gösteren 40 hastada, ProFile 0.04 taper ve Lightspeed eğeler ve %1'lik NaOCl kullandıkları çalışmalarında tek köklü/küçük azı dişleri 80# ve büyük azı dişlerini 60# numaraya kadar genişleterek kanal içindeki bakterilerin uzaklaştırma etkinliğini incelemişlerdir. Sadece debris uzaklaştırıldıktan sonra alınan ilk örnekleme ile preparasyon tamamlandıktan sonra yapılan son örnekleme arasında belirgin bir farklılık bulunurken ProFile ve Lightspeed sistemleri ile şekillendirilen dişler arasında istatistiksel bir farklılık bulunamamıştır. İlk örnekleme sonrasında sadece 5 dişte mikroorganizmaya rastlanmıştır. Buna ek olarak, büyük azı dişlerinde ise ilk örnekleme sonrasında %81,5'inde, son örneklemede ise %89,9'unda bakteriye rastlanmamıştır. Tek köklü-küçük azı dişlerinin kanallarından alınan örneklerin hiçbirinde bakteriye rastlanmamıştır.

Colak ve ark (2005) *in vitro* şartlarda yaptıkları bir çalışmada Hedström el aletleri, Giromatik eğeler, Hero 642 döner aletleri ve yıkama solüsyonu olarak serum fizyolojik kullanarak, bunların kök kanalında bulunan *Enterococcus faecalis*'i elimine etme etkinliklerini incelemişlerdir. Bu üç sistem arasında hiçbir farklılık bulunamazken kanal içi bakteri koloni sayısının önemli derecede azaldığını, fakat kullanılan hiçbir teknik ile tam bir sterilizasyon sağlanamadığı gösterilmiştir.

McGurkin-Smith ve ark (2005), ProFile GT döner aletleri kullanımına ek olarak %5,25'lik NaOCl ve EDTA kullanarak yapılan şekillendirme işleminin

ve sonrasında uygulanan kanal içi kalsiyum hidroksit ($Ca(OH)_2$) uygulamasının mikroorganizmaların azalmasına etkisini *in-vivo* yapılan bir çalışmada incelemişlerdir. Yıkama işlemleri ve mekanik şekillendirme sonrası %47 olarak saptanan bakteriyel azalma $Ca(OH)_2$ uygulaması sonrasında ancak %86'ya yükselebilmiştir.

1. 7. 3. Kullanılan Mekanik Preparasyon Sistemleri

Kök kanallarının genişletilmesi kavramından, kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi kavramına geçişle beraber, birçok yöntem ortaya çıkmıştır. Her bir sistem ideal olduğunu iddia etse de çoğunun ortak özelliği en dar yeri foramen apikalede olan ve koronale doğru gittikçe açılan bir kanal formu elde etmedir (Küçükay ve ark 2004).

Kök kanalları içinde etkin bir temizleme ve şekillendirme sağlayan bazı farklı el ile preparasyon yöntemleri, zaman almaları açısından muayenehane pratiğinde pek de yaygın kullanım alanı bulamamıştır (Step Back Yöntemi, Step Down Yöntemi, Teleskopik Yöntem, Balans Force Yöntemi, Buchanan Yöntemi, Double Flared Yöntemi). Bunun üzerine hem bu yöntemlerin etkinliğini içeren, hem de bu yöntemlerden daha az zamanda gerçekleştirilebilecek kök kanalı şekillendirme yöntemleri arayışı başlamıştır. Daha önce de kullanılan döner alet ile kök kanalı şekillendirme yöntemleri, Ni-Ti esaslı kök kanal aletlerinin yardımıyla geliştirilmiş ve yeni Ni-Ti esaslı döner aletler ile kök kanalı şekillendirme yöntemleri kullanıma sunulmuştur (Küçükay ve ark 2004).

Bu yöntemler arasında en çok kullanım alanı bulan Ni-Ti esaslı döner alet sistemleri ProFile, K3, HERO Shaper® sistemleridir.

ProFile Sistemi

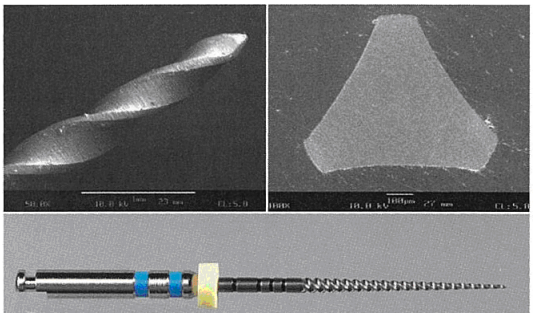
Johnson tarafından geliştirilen bu sistemde, kesitleri U şeklinde olan, keskin olmayan, küt uçlu Ni-Ti kanal aletleri kullanılmaktadır (Tulsa Dental, Oklahama, Amerika) (Hsu ve Kim 2004, Küçükay 2004).

En iyi performansı elde etmek ve kırılma riskinden kaçınmak için ProFile kanal aletleri 250–350 rpm arasında sabit hızda kullanılmalıdır. Fakat tecrübesi

olmayan hekimlerin 150–170 rpm arasındaki sabit hızlarda çalışmaları gerekmektedir. ProFile sistem devri sabit tutan elektrikli bir mikro-motorla ya da redüksiyonlu havalı mikromotor ile kullanılır ve eğeler özel kutusu içinde kullanıma sunulmuştur. Kök kanalı tedavisi yapılacak dişin özelliğine göre izlenecek yol kutu üzerinde oklar ile belirtilmiştir (Küçükay ve ark 2004) (Resim 1. 1).



Resim 1. 1. ProFile döner alet sistemine ait özel kutu

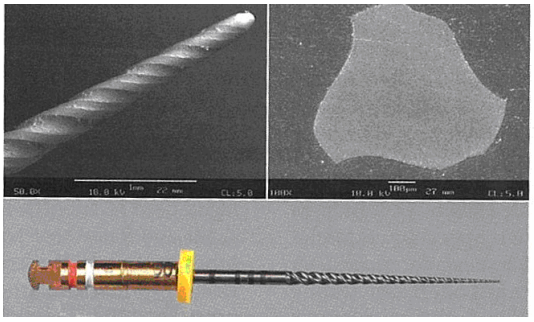


Resim 1. 2. ProFile döner alet sistemi (Peters ve Peters 2006)

K3 Nikel-Titanyum Sistemi

K3 (SybronEndo, West Collins, CA, Amerika) ilk olarak 2002 yılında Kuzey Amerika'da tanıtılmıştır. K3 sistemi Dr. John Mc Spadden tarafından tasarlanmıştır (Mounce 2004). Üretici firma bu sistemin diğer döner eğe sistemlerinden bir takım farklılıkları olduğunu belirtmektedir (Küçükay ve ark 2004):

1. Hafif pozitif kesme açısı: Kanal aletlerinin kesicilik etkinliği, aletin kesici yüzeylerinin kesme açısına bağlıdır. İdeal olan hafif pozitif kesme açısıdır (Karagöz–Küçükay 2000).
2. Değişken sarmal açı: K3 kanal aletlerinin D1 noktasında 31 derecelik, D2 noktasında 43 derecelik sarmal açı bulunur. Böylece kazımayla oluşan debrisin koronale doğru taşınması sağlanır ayrıca aletlerin kanal duvarlarına vidalanması önlenmiş olur (Küçükay ve ark 2004).
3. Geniş radyal alan: Bıçak desteği, aletin bıçaklarını destekleyen madde miktarı olarak tarif edilir. Aletin bu bölümü (radyal) alan olarak adlandırılır. K3 bıçak kütlesinin arttırılmasıyla çatlakların yayılması engellenir, streslere karşı fleksibilitesi arttırılarak kırılma ve deformasyon şansı azaltılır (Küçükay ve ark 2004).
4. Relief radyal alan: Temas eden radyal alan ne kadar artarsa aletin kırılma riski o kadar artar (Küçükay ve ark 2004).
5. Üçüncü radyal alan: İki radyal alanın ardından bir relief radyal alan mevcuttur. Bu aletin kanal içinde merkezi olarak hareket etmesini ve şekillendirme sırasında kanal anatomisinin bozulmamasını sağlar. Ayrıca aletin kanal duvarlarına sürtünmesini azaltır (Küçükay ve ark 2004).
6. Değişken alet sapı: Özel sap tasarımı ile çalışma uzunluğu etkilenmeden aletin boyu 5 mm kısalmaktadır (Mounce 2004, Küçükay ve ark 2004). Bu da posterior bölgelerde çalışmayı kolaylaştırır.
7. Güvenli pilot uç: Kanal perforasyonu ve kanal içi basamak oluşumu gibi komplikasyonların oluşmasını engeller.
8. Renk kodları: Farklı eğe boyutları ve açılarını belirten renk kodları vardır (Küçükay ve ark 2004).
9. Değişken kor çapına sahiptir. Bu yapı, tüm kesici bölüm boyunca fleksibiliteyi arttırır (Mounce 2004).
10. K3 ana şekillendirici eğelerin açıları kanal şekillendirici, kanal ağzı şekillendirici (Orifice Shapers) ve derin vücut şekillendirici olarak da kullanılabilecek 0.08, 0.10, ve 0.12'ye arttırılmıştır. Bu aletler ISO standardına göre 25 numaradır ve 17, 21 ve 25 mm uzunluklardadır. Bunun dışında 0.02, 0.04 ve 0.06 koniklik açılarına sahip 15–60 numaralar arasında 21, 25 ve 30 mm uzunluğa sahip eğeleri vardır (Mounce 2004).

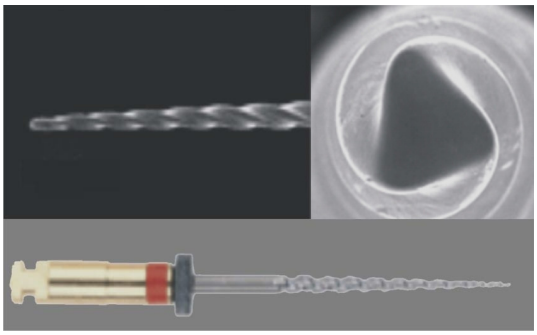


Resim 1. 3. K3 döner alet sisteminin eğesi (Peters ve Peters 2006)

HERO Shaper® Sistemi

Sistemin standart paketleri iki ayrı taper koniklik açısına sahip, üç faklı numaradan altı adet kanal aleti içermektedir (No:20 (%6,%4); No:25 (%6,%4); No:30 (%6,%4)). Ancak geniş kanallı dişlerin preparasyonu için %4 açılı aletleri 45 numaraya kadar bulunmaktadır. Yüzde 4 açılı kanal aletleri 21, 25, 29 mm ve %6 açılılar ise 21 mm uzunluluğunda üretilmiştir. Üçgen kesiti ve pozitif kesim açısı nedeniyle performansının daha iyi olduğu iddia edilmektedir. Konikliği 0.06 ve 0.04 olan kanal aletlerinin 20, 25 ve 30 numaraları bulunmaktadır. Konikliği 0.06 açılı kanal aletlerinde siyah durdurucu lastikler varken 0.04 açılılarda gri renkli durdurucu lastikler bulunur. Aletlerin sapında kaç numara olduklarını belirten standart renkler vardır.

HERO Shaper® sisteminde kök kanallarının eğimine ve genişliğine göre farklı numara ve açılarda kanal aletleri kullanılmaktadır (Küçükay ve ark 2004).



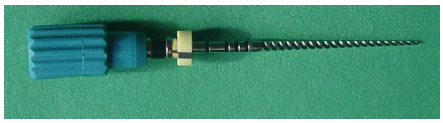
Resim 1. 4. HERO Shaper® döner alet sisteminin eğesi (Micromega, HERO Shaper Broshure, 2009)

El ile Genişletme

Bazı döner alet sistemlerinin eğeleri (ProFile, Sistem GT vs) aletin sap kısmına özel aparat eklenmesi ile el ile çalışmaya uygun hale getirilmektedir.



a



b

Resim 1. 5. a. ProFile döner alet ve aparat **b.** ProFile ve aparatın birleştirilmiş hali

1. 8. Preparasyon Esnasında Yapılan Yıkamanın Önemi

Kök kanalının temizlenmesi ve şekillendirilmesi kanal aletleriyle yapılmasına rağmen bu işlem sırasında bol miktarda yıkama solüsyonu ile kanalların yıkanması gereklidir (Brown ve ark 1995). Grossman, 1943 yılında kök kanalının iyi bir şekilde genişletilmesi ve temizlenmesi için yıkamanın gerekli olduğunu söylemiştir (Grossman 1943). Mekanik işlemler sırasında yıkama yapılmasıyla;

1. Debris parçacıkları (enfekte, yumuşak ve/veya sert doku artıkları) uzaklaştırılır. Böylece bu parçacıkların apikal bölümde birikmesi, apikali tıkaması ve bu bölgenin ulaşılamaz hale gelmesi önlenmiş olur.
2. Mikroorganizmaların beslenmesi için gerekli organik artıkların uzaklaştırılmasıyla ortam bakteriler için daha elverişsiz hale getirilmiş olur.
3. Kayganlaştırıcı özellikleri nedeniyle kanal aletlerinin kök kanalında kesme etkinliği arttırılmış olur.
4. Kanal duvarlarının preparasyon sırasında sürekli ıslak kalması sağlanarak kanal aletlerinin kanal içinde sıkışması önlenir. Döner alet kullanırken yapılan yıkama işlemlerinin tork değerini azalttığı bulunmuştur. Böylece eğelerin kırılma olasılığı da azalmış olur (Yguel-Henry ve ark 1990, Harty 1990, Weine 1996, Bayırlı 1998, Alaçam 2000, Peters ve ark 2005).

1. 8. 1. İdeal Yıkama Solüsyonunun Özellikleri

1. Nekrotik ya da canlı pulpa artıklarını ve debris artıklarını çözebilmelidir.
2. Toksisitesi olmamalı ya da düşük toksisite göstermelidir.
3. Düşük yüzey gerilimine sahip olmalıdır. Böylece kanal aletlerinin ulaşamadığı alanlara solüsyon ulaşarak etkisini göstermelidir.
4. Kayganlaştırıcı özelliğe sahip olmalıdır. Kanal aletleri ile kanal içinde rahat çalışılmasına yardımcı olmalıdır.
5. Geniş antimikrobiyal spektrumu olmalıdır ve biyofilm içinde organize olan anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara etkisi yüksek olmalıdır.
6. Endotoksinleri etkisiz hale getirmelidir.
7. Şekillendirme sırasında smear tabakası oluşumunu önlemeli ya da oluştuktan sonra ortadan kaldırmalıdır.
8. Kolaylıkla hazırlanabilmelidir.
9. Ucuz olmalıdır.
10. Kullanımı kolay olmalıdır.
11. Yeterli raf ömrü olmalıdır.
12. Saklanması kolay olmalıdır (Walton ve Torabinejad 1996, Cathro 2004, Zehnder 2006).

Günümüzde bu özelliklerin hepsine sahip olan tek bir yıkama solüsyonu mevcut değildir. Bu nedenle, birkaç yıkama solüsyonun bir arada kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır (Cathro 2004).

1. 8. 2. Günümüzde Kabul Gören Yıkama Solüsyonları

Serum Fizyolojik

Tıp biliminde yaygın olarak kullanılan serum fizyolojik içerisinde %0,91 w/v sodyum klorür bulunur. İzotonik sodyum klorür solüsyonu (%0,9) (sodyum 154 mEq/L, klorür 154 mEq/L, osmolarite 154 mEq/L) vücut sıvıları ile aynı osmotik basınca sahip olup (300 mOsm/L), litrede 3,45 g sodyum ve 5,46 g klorür iyonları ihtiva etmektedir.

Serum fizyolojik, sıklıkla bebeklerin burun temizliğinde, diyabet komasında, göğüs protezinde, kan ve plazma hacminin ani düşmesiyle ortaya çıkan şok durumlarında, soğuk algınlığında, gözyaşı yokluğunda görülen mukoza kurumalarında vb. kullanılmaktadır.

Antiseptik yıkama solüsyonlarının kullanılmadığı önceki çalışmalarda kök kanal yıkama solüsyonu olarak serum fizyolojik kullanılmıştır (Akpata ve Blechman 1982, Horiba ve ark 1990, Çalışkan 2006b). Antibakteriyel etkinliğini kök kanallarından debrisin uzaklaştırılmasıyla gösteren serum fizyolojik, pek çok çalışmada kontrol solüsyonu olarak kullanılmaktadır (Williams ve ark 1995, Shuping ve ark 2000, Murray ve ark 2008).

Sodyum Hipoklorit Solüsyonu (NaOCl)

Sodyum hipoklorit ilk olarak 1. Dünya Savaşı'nda yara antiseptiği olarak kimyager Dakin ve cerrah Carrel tarafından önerilmiştir (Dakin 1915). Klorinli soda solüsyonu olan sodyum hipoklorit, özellikle geniş spektrumlu antibakteriyel (sporlara ve virüslere de etkili), organik doku çözücü ve kayganlaştırıcı özellikleri nedeniyle endodonti de en çok tercih edilen yıkama solüsyonudur (Siqueira ve ark 1997, McDonnel ve Russell 1999). Uzun raf ömrü, ucuz ve kolaylıkla elde edilebilir olması da avantajlarındandır (Frais ve ark 2001).

Sodyum hipoklorit solüsyonunun etki mekanizmasının açıklanması için fizikokimyasal özelliklerinin de bilinmesinin gerekli olduğu bildirilmiştir. Aminoasitlerin nötralizasyonu, kloraminasyon reaksiyonları ve sabunlaştırma etkisi mikroorganizma ve organik doku varlığında meydana gelir ki bunlar solüsyonun antimikrobiyal ve doku çözücülük özelliğine yardımcı olur. Antimikrobiyal aktivite, hidroksil iyonları ve kloraminasyon reaksiyonları ile bakterilerin önemli enzimatik bölümlerini geri dönüşümsüz olarak etkilemesi neticesinde gerçekleşmektedir. Sodyum hipoklorit, hücre metabolizmasında biyosentetik değişiklikleri, fosfolipit yıkımı ve hücre metabolizması ile oksidasyon mekanizması arasındaki kloraminlerin oluşumuyla sağlamaktadır (Estrela ve ark 2002).

İnsan vücut ısısında klorin esasen, iki şekilde bulunur: hipoklorit (OCL) ya da hipokloröz asit (HOCl). Elemental klorinin elektrokimyasal yol ile açığa çıkması aşağıdaki denklemlere göre şu şekildedir (Dychdala 1991):

$$CI_2 + 2e^- = 2CI^- \qquad (1)$$

$$OCI^- + 2e^- + 2H^+ = CI^- + H_2O \qquad (2)$$

Bundan dolayı, 1 mol hipoklorit 1 mol klorin içermektedir. Elde edilebilen klorin, solüsyonun pH sına bağlıdır ve pH 7,6'ın üzerinde olduğunda daha üstün hipoklorit elde edilir. Bu pH'ın altında ise hipokloröz asit elde edilir. Her iki form da aşırı reaktif okside edici ajandır (Smith ve Martel 1976). Endodontik yıkama solüsyonu olarak kullanılan saf hipoklorit solüsyonlar 12 pH'ye sahiptir (Frais ve ark 2001).

Sodyum hipokloritin %0,5; 1; 2,5; 5,25'lik konsantrasyonlarda endodonti pratiğinde yıkama solüsyonu olarak kullanımı ile kök kanallarından debrisin uzaklaştırılmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Baumgartner ve Cuenin 1992). Bununla beraber %5.25'lik NaOCl solüsyonun nekrotik doku çözücü ve antibakteriyel etkinliği iyi olmasına rağmen son derece sitotoksik olduğu bildirilmiştir (Spångberg ve ark 1973, Spångberg ve ark 1988). Bazı araştırıcılar bu sebeple düşük konsantrasyonda fazla miktarda NaOCl kullanımı ile açığa çıkan serbest klor miktarının yeterli antimikrobiyal etki yaratırken sitotoksisite açısından daha güvenli olduğunu da bildirmişlerdir (Dakin 1915, Cvek 1992).

Kök kanal sisteminde hipoklorit solüsyonunun etkinliğini arttırmak için bir alternatif yaklaşımda düşük yoğunluktaki NaOCl solüsyonunun sıcaklığını arttırmaktır. Bu işlem hem solüsyonun doku çözme, hem de antimikrobiyal etkinliğini arttırmaktadır (Cunningham ve Balekjian 1980, Abou-Rass ve Oglesby 1981, Dychdala 1991, Kamburg ve Barker 2003).

Sodyum hipokloritin bakterileri öldürmedeki etkinliği değerlendirildiğinde 5-60^oC arasında her 5 derecelik ısı artışında etkinliğin iki kat arttığı gösterilmiştir (Dychdala 1991). Solüsyonun insan diş pulpasını çözme etkinliğini değerlendiren diğer bir çalışmada 45^oC'ye kadar ısıtılmış

%1'lik NaOCl'nin doku çözme etkinliğinin 20^{o}C'deki %5,25'lik hipoklorit solüsyonuna eşit olduğu bildirilmiştir (Sirtes ve ark 2005).

Solüsyonun antibakteriyel aktivitesi ultrasonikler ile birlikte kullanılarak da arttırılabilmektedir. Sodyum hipoklorit solüsyonunun ultrasonik aktivasyonu neticesinde ultrasoniklerin kavitasyonel ve akustik dalgalanma etkilerine bağlı olarak solüsyonun kimyasal reaksiyonları hızlandırarak daha iyi bir temizleme etkinliği sağlandığına inanılır (Martin 1976).

Klorheksidin Glukonat

Klorheksidin, eskiden beri periodontolojide oral kavite içinde oluşan plağın kimyasal kontrolü için kullanılan etkili bir antiseptikdir (Addy ve Moran 2000). Geniş spektrumlu antibakteriyel etkinliğe ve düşük toksisiteye sahip bir katyonik bisguanid olan klorheksidin ilk olarak 1954 de ortaya çıkmıştır (Davies ve ark 1954). Klorheksidin, bisguanidlerin en etkili olanıdır (Davies ve ark 1954). Klorheksidin'in kuvvetli bir bazı vardır ve tuz formunda daha stabildir. Orijinal tuzları klorheksidin asetat ve hidroklorittir ancak her ikisi de suda az miktarda çözünür (Foulkes 1973). Bundan dolayı klorheksidin diglukonat daha yaygın kullanılan formdur.

Bu bisguanidin özellikleri arasında hücrelerin zar bütünlüğünü bozma, kullanılan yoğunluğuna bağlı olarak hücresel büyümeyi durdurma ve hücre ölümüne sebep olması sayılabilir (Hugo ve Longworth 1966). İkinci etki mekanizmasında ise proteolitik ve glikozidik enzimlerin çalışmalarının bozulmasına sebep olur (Hastings 2000). Fakat antiviral etkileri düşüktür (Zehnder 2006). Gram-negatif bakterilere, gram pozitif bakterilerden daha etkili olduğu bildirilmiştir (Davies 1954).

Sudaki %0,1–0,2 solüsyonları periodontolojide kullanılan ağız gargaralarının yapısında bulunmaktadır. Endodontik literatürde kök kanal yıkama solüsyonu olarak tavsiye edilen yoğunluğu %2'lik dir (Zamany ve ark 2003). Klorheksidin'in diş sert dokularına bağlanarak buradan yavaş ve sürekli bir salım yaptığı ve bu şekilde kök kanallarında antibakteriyel etkinliğini 12

haftaya kadar gösterebildiği bildirilmiştir (Kuruvilla ve Kamath 1998, Rosenthal ve ark 2004).

Klorheksidin, sodyum hipokloritten daha az kostiktir (Jeansonne ve White 1994). Sodyum hipokloritte olduğu gibi, daha az yoğunluktaki klorheksidin yıkama solüsyonu da ısıtılarak kök kanal sistemindeki yerel etkinliği arttırılabilir (Evanov ve ark 2004).

Yeşilsoy ve ark (1995), %0,2 klorheksidin glukonatın geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajan ve göreceli olarak düşük toksisitesi olması sebebiyle ideal bir kök kanal yıkama solüsyonu olarak kabul edilebileceğini bildirmiştir.

Zehnder (2006), klorheksidin glukonat solüsyonunu son yıkama solüsyonu olarak önermesine rağmen, klorheksidin solüsyonunun standart endodontik vakalarda tek solüsyon olarak kullanılmasını önermez, çünkü klorheksidin solüsyonu nekrotik doku artıklarını çözmede başarısızdır (Kuruvilla ve Kamath 1998, Naenni ve ark 2004).

Son zamanlarda Klorhex© isimli %2'lik klorheksidin glukonat çözeltisi kök kanalı yıkama solüsyonu olarak Drogsan firması tarafından ülkemizde piyasaya sunulmuştur (Drogsan, Ankara, Türkiye). Ticari takdim şekli, 30 ml, 100 ml ve 200 ml'lik pet şişelerdedir.

Şelasyon Ajanları

Yıkama solüsyonlarının dentin duvarları ve debris ile temas halinde olması gerekir. Bu temas yakınlığı, solüsyonun dentini ıslatabilme yeteneğine ve yüzey gerilimine bağlıdır (Pecora ve ark 1991). Yüzey gerilimi; yüzey alanı ve sıvının molekülleri arasındaki kuvvet olarak tanımlanabilir (Tasman ve ark 2000). Endodontik yıkama solüsyonlarının düşük yüzey gerilimine sahip olması istenir ki bu suretle solüsyon esas kanal duvarlarına, yan kanallara ve dentin tübülleri içine kadar girebilsin (Glantz ve Hansson 1972, Cameron 1986). Sodyum hipoklorit kök kanal tedavisi sırasında en yaygın olarak kullanılan yıkama solüsyonu olsa da smear tabakasının inorganik kısmını kaldırmada ve yüksek yüzey gerilimi nedeniyle dentin tübüllerindeki bakterilere tam olarak ulaşmada etkisizdir (Spångberg ve ark 1973, McComb

ve Smith 1975, Tasman ve ark 2000). Bu sebeple etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) (%15 ya da 17 konsantrasyon), sitrik asit (%10, 20 ya da 50 konsantrasyon), laktik asit (%75 konsantrasyon), poliakrilik asit (%20 konsantrasyon) ya da ortofosforik asit (%10, 32 ya da 37 konsantrasyon) gibi inorganik debris kaldırmaya yardımcı olacak ikinci bir solüsyona ihtiyaç duyulmaktadır (McComb ve Smith 1975, Kartal ve Özçelik 1992, Garberoglio ve Becce 1994, Ferrer Luque ve ark 1996, Ayad 2001).

SmearClear, %17'lik EDTA solüsyonuna ek olarak setrimid adı verilen yüzey gerilimini düşürücü ıslatıcı ajan da içermektedir. Setrimid, guarter amonyum bileşiği olan bir katyonik deterjan olup, iyi bir yüzey aktif ajandır. Bundan dolayı birçok gram pozitif, gram negatif bakteriler ve mantarlar üzerinde öldürücü etkisi vardır (Lawrance 1970, D'Arcangelo ve ark 1999). Ayrıca bu ajanların biyofilmi bozarak bakteri sayısında azalmaya neden olabileceği öne sürülmüştür (Dunavant ve ark 2006).

1. 9. Apikal Ekstrüzyon

Kök kanal preparasyonunun en önemli amacı temiz bir kök kanal sistemi elde etmekdir. Bu amaçla mekanik temizleme işlemine ek olarak farklı yıkama solüsyonları ile yıkama da yapılır.

Klinikte bu işlemler sırasında dentin talaşları, pulpa dokusu, nekrotik doku, bakteriler ya da kullanılan yıkama solüsyonlarının apikal açıklıktan kök ucunu çevreleyen periapikal dokulara doğru çıkabildiği bildirilmiştir (Seltzer ve Naidorf 1985). Çıkan bu maddeler ve özellikle de enfekte debris konak ve mikrobiyal flora arasındaki dengeyi bozarak, periapikal dokuları rahatsız eder, yangısal olayları başlatır, akut alevlenmelere ve apikal iyileşmenin gecikmesine neden olur (Seltzer ve Naidorf 1985, Siqueira 2003).

Bundan dolayı günümüze kadar farklı yöntemler ve aletler ile yapılan şekillendirme işlemleri esnasında taşan yıkama solüsyonunu ve debris miktarını belirlemeye yönelik sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Fairbourn ve ark 1987, Williams ve ark 1995, Brown ve ark 1995, Tanalp ve ark 2006, Kuştarcı ve ark 2008).

Apikal extrüzyon miktarını belirlemek için yapılan bir çalışmada el ile şekillendirme, Ni-Ti döner aletler ile şekillendirme, sonik şekillendirme ve kullanılan yıkama solüsyonları karşılaştırılmıştır. Sonik aletlerin kullanımıyla debris çıkışının daha az olduğu bulunmuştur (Fairbourn ve ark 1987).

Ruiz-Hubard ve ark (1987) crown–down ve step-back yöntemlerini plastik blok kullanarak karşılaştırmışlar ve crown–down yönteminin apikalden daha az debris çıkışına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Sonik şekillendirmenin step-back ve balance-force teknikleri ile karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada ise sonik ve step-back teknikleri arasında fark bulunamamıştır (McKendry 1990).

Diğer bir çalışmada ise 8 el ile şekillendirme yöntemi kullanılmış ve crown-down, basınçsız ve balanced force teknikleri kullanıldığında en az debris çıkışı gözlenmiştir (al-Omari ve Dummer 1995).

Daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen genel bulgu, ileri-geri hareketler ile şekillendirme tekniklerinin, rotasyonel kuvvetle yapılan şekillendirme tekniklerinden daha fazla apikal debris çıkışı meydana getirmekte olduğudur (Reddy ve Hicks 1998). Tinaz ve ark (2005), apikal açıklığın boyutunun da önemli olduğunu ve bu boyut arttıkça apikale taşan debris miktarının da artığını bulmuşlardır.

Tanalp ve ark (2006), 3 farklı Ni-Ti döner alet kullanarak apikal debris çıkışını incelemişlerdir. Sonuç olarak en fazla debris çıkışı ProTaper ile enstrumente edilen grupta gözlenirken bunu HERO Shaper® izlemiştir. En az apikal ekstrüzyon ise ProFile grubunda gözlenmiştir.

Kök kanalında kullanılan NaOCl gibi doku çözücü özellikleri olan solüsyonların apikalden periapikal dokulara çıkışına bağlı olarak doku nekrozları görülebilir (Hülsman ve Hahn 2000). Ayrıca bu hastalarda ani ağrı ve şişlik gelişebileceği çeşitli vaka raporlarında bildirilmiştir (Sabala ve Powell 1989, Gatot ve ark 1991, Kavanagh ve Taylor 1998, Zairi ve Lambrianidis 2008). Bu nedenle de kök kanallarında mekanik temizliğe ek fayda sağlamak amacı ile kullanılan yıkama solüsyonlarının kök ucundan taşma ihtimallerini değerlendiren çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Brown ve ark 1995, Fukumoto ve ark 2006, Taşdemir ve ark 2008). Apikalden periapikal dokulara yıkama solüsyonunun çıkışının bir sebebi olarak da *in*

vitro şartlarda yapılan çalışmalarda periapikal doku bariyerinin yokluğu sayılabilir (Salzgeber ve Brilliant 1977).

Konvansiyonel yıkama metodu olan solüsyonların iğne ile kanala gönderildiği teknikte yıkama solüsyonunun iğne ucunun ancak 1 mm ötesine gidebildiği belirtilmiştir (Ram 1977). Bu nedenle iğnenin kanalda sıkışmayacak şekilde kök kanalının en derin bölgesine kadar ilerletilmesi etkin bir temizlik ve dezenfeksiyon için tavsiye edilmektedir

Brown ve ark (1995) kök kanal preparasyonu sırasında sodyum hipoklorit kullanarak yıkama solüsyonunun apikalden çıkışını *in vitro* olarak incelemişlerdir. Kontrol solüsyonu olarak distile su kullanmıştır. Yıkama solüsyonu olan enjektör iğnesinin ucu 1. grupta kök ucuna kadar ilerletilerek şıkıştığı anda 1 mm geri çekilerek yerleştirilmiş, 2. grupta ise giriş kavitesinde tutularak, kanal duvarlarına temas etmeden toplam 20 ml sodyum hipoklorit ile yıkama yapılmıştır. Aynı metot kullanılarak ancak sadece yıkama solüsyonu olarak distile su ile yıkama yapılarak kontrol grupları oluşturulmuştur. Sonuç olarak enjektör iğnesinin derine ilerletildiği 1. grupta daha fazla sodyumun apikalden çıktığı gözlenmiştir. Enjektörün sadece koronal giriş kavitesindeki rezervuar alanı içinde tutularak yapıldığı işlemlerde ise en az solüsyon çıkışına sebep olduğu bulunmuştur.

Kök kanalına uygulanan yıkama solüsyonunun aspire etme tekniğinin değerlendirildiği diğer bir çalışmada dişlerin kök uçları aspirasyon iğnesini rahat yerleştirebilmek için 3 mm kesilmiştir. Enjektörün iğnesi kök ucundan 2-3 mm kısa olacak şekilde yerleştirilerek, EDTA ve NaOCl ile kök kanallarının yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak aspirasyon iğnesi kullanılması ile smear tabakasının uzaklaştırılmasında etkin bir yıkama tekniği geliştirilirken kök ucundan çıkan yıkama solüsyonu miktarının az olması nedeniyle bu yöntem güvenli bir teknik olarak değerlendirilmiştir (Fukumoto ve ark 2006). Ayrıca EDTA'nın inorganik dokuyu, NaOCl'nin de organik yapıyı uzaklaştırması nedeniyle kök kanal dentininde erozyon olduğu da belirtilmiştir.

Taşdemir ve ark (2008), pasif ultrasonik yıkama yöntemi ve konvansiyonel yıkama yöntemi kullanılan kök kanallarında kök ucundan yıkama solüsyonu çıkış miktarını değerlendirmişlerdir. Yıkama solüsyonu olarak sadece %2,5'lik NaOCl

kullanılmıştır. Pasif ultrasonik yöntemin daha az yıkama solüsyonu çıkışına neden olduğu belirtilmiştir.

Tüm bu anlatılan nedenlerle, son yıllarda mekanik ve kimyasal kök kanal preparasyonu esnasında kullanılan farklı Ni-Ti alet sistemlerinin ve yıkama solüsyonlarının kök kanal sistemi içindeki dezenfeksiyon etkinliklerini ve işlemler esnasında kök ucundan debris ve solüsyonların taşma miktarlarının değerlendirilmesi, farklı mekanik preparasyon ve yıkama solüsyonu kombinasyonlarının muhtemel klinik başarılarının belirlenmesinde önemlidir.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmanın Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Etik Kurul'unun 24.03.2006 günü yapılan 2006/10 sayılı toplantısında alınan 26 numaralı kararında etik açıdan bir sakınca oluşturmadığına karar verilmiştir.

Bu çalışmanın deney aşamaları Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Bilim Dalı ve Mikrobiyoloji Laboratuar'ında, Taramalı Elektron Mikroskopu (Scanning Electron Microscope, SEM) analizleri Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Araştırma Laboratuar'ında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda, 178 adet kök gelişimi tamamlanmış, düz, tek köklü, tek kanallı insan daimi dişi kullanılmıştır. Bu dişler periodontal sorunlar nedeniyle çekilmiş dişler olup üzerlerindeki sert ve yumuşak doku artıkları periodontal küret ve pomza yardımıyla kök yüzeylerine zarar vermemeye dikkat edilerek temizlenmiştir.

Dişlerin anatomik kuronları mine-sement sınırında elmas separe (Mani, Tokyo, Japonya) kullanılarak kesilmiş ve deneyler esnasında kullanılana kadar distile suda bekletilmiştir.

2. 1. Kök Kanallarının Deney Öncesi Hazırlanması

Her dişin apikal açıklığı 20 numaralı K-tipi el aletleri (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, İsviçre) ile kontrol edilmiştir. Kök kanalı içine yerleştirilen 15 numaralı K-tipi el aletinin ucu apikal açıklıkta görülene kadar alet kanalda ilerletilip, lastik rondelâ yardımıyla işaretlenen boydan 1 mm geri çekilerek çalışma boyu saptanmıştır.

Tüm kök kanallarında apikal açıklık kontrolü ve boy belirleme esnasında oluşmuş olabilecek smear tabakasını uzaklaştırmak için örnekler ultrasonik banyoda %17'lik EDTA ve %5,25'lik NaOCl (Çağlayan Kimya, Konya) solüsyonları kullanılarak 4'er dakika yıkandı (Haapasalo ve Ørstavik 1987). Daha sonra bol miktarda distile su ile yıkama yapılarak artık %17'lik EDTA ve %5,25'lik NaOCl solüsyonlarının kök kanallarından tam olarak uzaklaştırılmasına çalışıldı.

Aynı tiplerdeki kökler gruplara eşit olarak dağıtılacak şekilde dişler ayrılarak gruplar oluşturuldu. Kökler distile su konulmuş ayrı şişelere yerleştirilerek 121°C'de 20 dakika otoklavda (Hirayama, Saitama, Japonya) steril edilmiştir. Sterilizasyonun başarısı her örnek 2 ml steril Triptik soy bulyon (TSB) içine atılıp 24 saat 37°C'de bekletilerek kontrol edilmiştir.

2. 2. Deney Düzeneği

Preparasyon sırasında apikalden taşan talaş miktarını ölçmek amacıyla 7 ml'lik cam şişeler (Snap-Cap Glass Vials, Hecht Assistant, Sondheim, Almanya) kullanılmıştır. Cam şişeler işlem öncesi hassas terazide (Sartorius, Goettingen, Almanya) ölçülerek numaralandırılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir. Lastik şişe kapaklarına dişlerin yerleştirileceği delikler deri delici aparat kullanılarak açılmıştır. Cam şişeler ve kapakları ayrı ayrı otoklav için uygun paketlere (Corerite Sterilization Pouches, Stepac Ambalaj Malz. San ve Tic A.Ş., Antalya, Türkiye) yerleştirilerek paketlenerek otoklavda 121°C'de 20 dakika steril edilmiştir.

2. 3. Mikrobiyolojik İşlemler

2. 3. 1. Besi Yerlerinin Hazırlanması

Çalışmamızda sıvı besi yeri olarak Triptik soy bulyon (TSB) (Biomerieux, Marcy-L'etoıle, Fransa) (Resim 2. 1) ve katı besi yeri olarak Triptik soy agar (TSA) (Biomerieux, Marcy-L'etoıle, Fransa) besi yerleri üreticinin tavsiyesine uygun olarak hazırlanarak kullanılmıştır (Resim 2. 2). Sıvı besi yeri 1 lt distile su içine 30 gr TSB, katı besi yeri ise 1 lt distile su içine 40 gr TSA eklenerek 121°C'de 20 dakika süre otoklavda steril edilerek kullanılmıştır. Sterilizasyon sonrası deney esnasında kullanılacak sıvı ve katı besi yerlerinin içine 40 ml distile steril su içinde çözdürülmüş toz halindeki streptomisin (AppliChem, Biochemica, Darmstadt Almanya) (Resim 2. 3) besi yeri içindeki en son konsantrasyonu mililitrede 2 mg olacak şekilde ilave edilmiştir. Bu şekilde deneyler esnasında çevreden gelebilecek streptomisine duyarlı suşların yaşaması önlenerek, yabancı bakteriler ile kontaminasyon riski elimine edilmiştir. Çizelge 2. 1'de streptomisinin özellikleri kısaca özetlenmiştir.

Çizelge 2. 1. Streptomisinin özellikleri

	Hedef organizma	Etki mekanizması	En etkili konsantrasyon	Saklama solüsyonu
Streptomisin sülfat	Myobakteri, gram negatif/pozitif koklar ve bakteriler	Ribozoma bağlanarak protein sentezini inhibe eder; DNA kodonunun yanlış okunmasına sebep olur.	10-100 µg/ml	20°C'de 10-50 mg/ml suda

Sıvı besiyerleri standart mikroorganizma suşları hazırlanırken steril tüpler içine aktarılarak kullanılmıştır. Katı besiyerleri ise otoklav sterilizasyonu sonrasında ısısı 50^{o}C olduğunda steril petri kaplarına dağıtılmıştır.



Resim 2. 1. TSB



Resim 2. 2. TSA



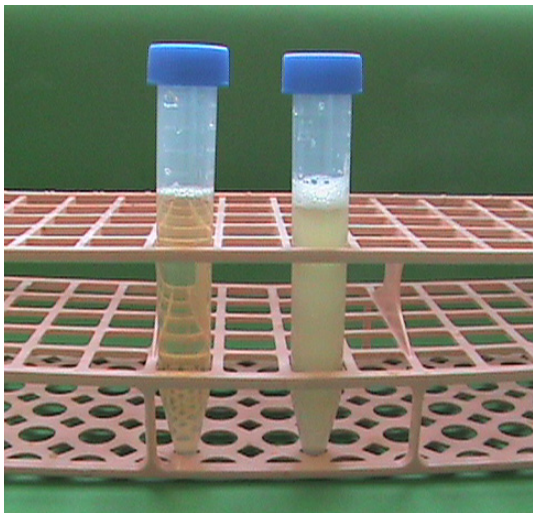
Resim 2. 3. Streptomisin

Bu çalışmada *E. faecalis'*in streptomisine dirençli A197A suşu kullanılmıştır. Bu suş Finlandiya izolatı olup (Sirén ve ark 1997) şimdiye kadar birçok çalışmada kullanılmıştır (Saleh ve ark 2004, Shipper ve ark 2004, Portenier ve ark 2006, Saleh ve ark 2008).

2. 3. 2. Kök Kanallarının *Enterococcus faecalis* ile Enfekte Edilmesi

Triptik soy agar (TSA) besi yerine ekilen *E. faecalis* mikroorganizmalarının 24 saat inkübasyon sonrasında elde edilen taze kültürlerinden öze dolusu alınan koloniler Triptik soy bulyon (TSB) içine aktarılarak 24 saat inkübe edilmiştir. Bu

süre sonunda optik yoğunluğu mikroplate okuyucu (μ Quant ELISA Reader, Bio-Tek Instruments**,** Winooski, VT, Amerika) kullanılarak spektrofotometrik olarak (OD_{600}) =0,5 olacak şekilde ayarlanmıştır (Resim 2. 4). Sonrasında standart olarak hazırlanan kültüre diş kökleri atılmıştır. Gün aşırı aynı şekilde taze kültür hazırlanarak, örneklerin bulunduğu besi ortamı toplam 10 defa taze bakteri kültürü ile yenilenmiştir. Böylece dişler hazırlanan *E. faecalis* ile enfekte sıvı besi yeri içinde 37^{o}C'de 3 hafta süreyle bekletilerek, bakterilerin dentin tübülleri içine girerek derin dentin enfeksiyonu oluşturması sağlanmıştır.



Resim 2. 4. Steril TSB ve *E. faecalis* ile enfekte edilmiş TSB'nin bulanık görünümü

2. 4. Kök Kanal Preparasyon ve İrrigasyonu

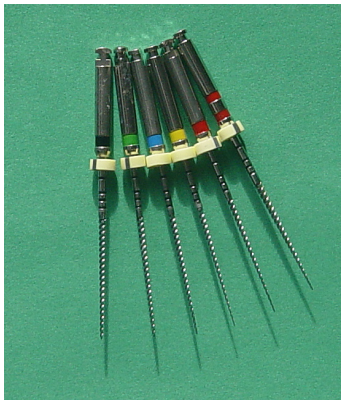
Üç hafta süreyle enfekte edilen dişler, sıvı besi yerinden çıkarılarak dış yüzeyleri tırnak cilası (Loreal Jet-Set Diamond, Paris, Fransa) ile iki kat yalıtılmıştır. Daha sonra önceden kökün girebileceği kadar lastik kapaklarda açılan deliklere hazırlanan enfekte kökler yerleştirilmiştir. Steril edilmiş şişelere, lastik kapaklar içindeki dişler, metal kapak kapatıcı (Şilif Açıcı- Kapatıcı VWR Collection Almanya) ile sabitlenmiştir. Dişlerin etrafı mum (Sticky Wax, Kerr, Sybron Dental Specialties, Orange, Amerika) ile kapatılarak dişle lastik kapak kısım arasında boşluk kalmaması sağlanmıştır. Dış ortam ile şişe içindeki havayı dengelemek amacıyla 27 numaralı enjektör ucu (Ayset, Adana, Türkiye) lastik kapaktan şişenin içine yerleştirilmiştir. Elde edilen deney düzeneğinde şekillendirme işlemine başlanmıştır (Resim 2. 5).



Resim 2. 5. Deney düzeneği

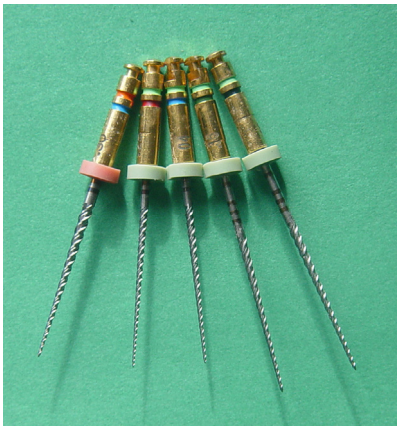
ProFile (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre), K3 (SybronEndo, West Collins, CA) ve HERO Shaper® (MikroMega, Besaçon, Fransa) Ni-Ti döner alet sistemleri crown-down yöntemi kullanılarak üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygun devirde (300 devir/dk) dönebilen elektrikli motora (X Smart, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) takılarak şekillendirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ProFile Ni-Ti eğeler üzerine set içinde gelen aparat eklenerek bu deneyde Ni-Ti eğelerle el ile şekillendirme yapılmıştır (Resim 1. 4. a & b).

ProFile döner aletlerden 0.06/25 açılı ve numaralı alet koronal 1/3'de kullanılmıştır. Konikliği 0.04 olan 25 numaralı alet ise 2/3'lük kısımda kullanıldıktan sonra 0.04/20 açılı ve numaralı alet çalışma boyunda kullanılmıştır. Şekillendirmeyi diğer sistemlerle eşit yapabilmek için 0.06/25 açılı ve numaralı alet koronal 2/3'lük kısımda kullanılmıştır. Konikliği 0.04 olan 25, 30, 35, 40 numaralı aletler çalışma boyunda kullanılmıştır (Resim 2. 6). Bu grupta her örneğin şekillendirilmesinde toplam 16 ml serum fizyolojik kullanılmıştır. Son yıkama solüsyonu olan test solüsyonu ise sadece hacimce 3 ml kullanılmıştır.



Resim 2. 6. Deneyimizde kullanılan ProFile döner aletler

K3 döner aletler koronal 2/3'lük kısım 0.06/25 açı ve numaraya sahip alet ile genişletildi. Sonrasında 0.04/25, 0.04/30, 0.04/35, 0.04/40 açı ve numaraya sahip aletler sırasıyla çalışma boyunda kullanıldı (Resim 2. 7). Her alet kullanımı sonrası 2 ml serum fizyolojik ile kanallar yıkanmıştır. Bir örneğin şekillendirilmesi sırasında toplam 10 ml serum fizyolojik solüsyonu ile kök kanalı yıkanmıştır. Son yıkama solüsyonu olan test solüsyonu ise sadece hacimce 3 ml kullanılmıştır.



Resim 2. 7. Deneyimizde kullanılan K3 döner aletler

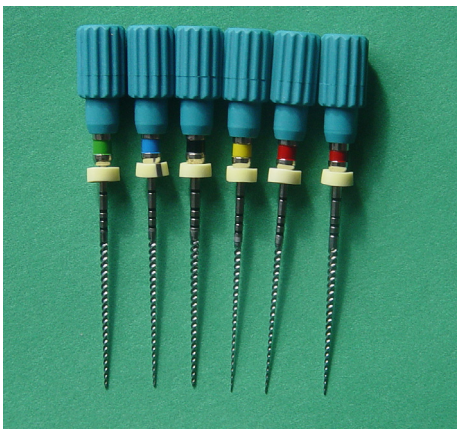
HERO Shaper® döner aletler ile şekillendirme yapılırken koronal 2/3'lük bölgede ilk olarak 0.06/25 açılı ve numaralı alet kullanılmış ve sonrasında 0.04/25, 0.04/30, 0.04/35, 0.04/40 açılı ve numaralı aletler sırasıyla kullanılmıştır (Resim 2. 8). Bu sistemle çalışılırken de K3 sistemine benzer şekilde, her alet kullanımı sonrasında 2 ml serum fizyolojik solüsyonu kullanılmıştır. Bir örneğin şekillendirilmesi sırasında toplam 10 ml serum fizyolojik solüsyon ile kök kanalları

yıkanmıştır. Son yıkama solüsyonu olarak ise sadece 3 ml test solüsyonu kullanılmıştır.



Resim 2. 8. Deneyimizde kullanılan HERO Shaper® döner aletler

ProFile el aletleri, ProFile döner aletlerinin kullanıldığı sıra ile kullanılmıştır (Resim 2. 9).



Resim 2. 9. Deneyimizde kullanılan ProFile el aletleri

2. 5. Kullanılan Kök Kanalı Yıkama Solüsyonları

Tüm şekillendirme işlemlerinde her alet değişiminde kök kanalları 2 ml serum fizyolojik ile yıkanmıştır. Test için kullanılacak yıkama solüsyonları mekanik temizleme işlemi ve preparasyon esnasında kullanılan serum fizyolojik solüsyonu sonrasında son yıkama solüsyonu olarak kök kanallarına 3 ml uygulanmıştır. En son yıkama solüsyonu olarak her döner alet sistemi ile serum fizyolojik, %5,25'lik NaOCl (Çağlayan Kimya, Konya), Klorhex® (Drogsan A.Ş., Ankara, Türkiye) ve

SmearClear® (Sybron Endo) solüsyonları kullanılarak alt deney grupları oluşturulmuştur.



Resim 2. 10. Serum Fizyolojik



Resim 2. 11. NaOCl

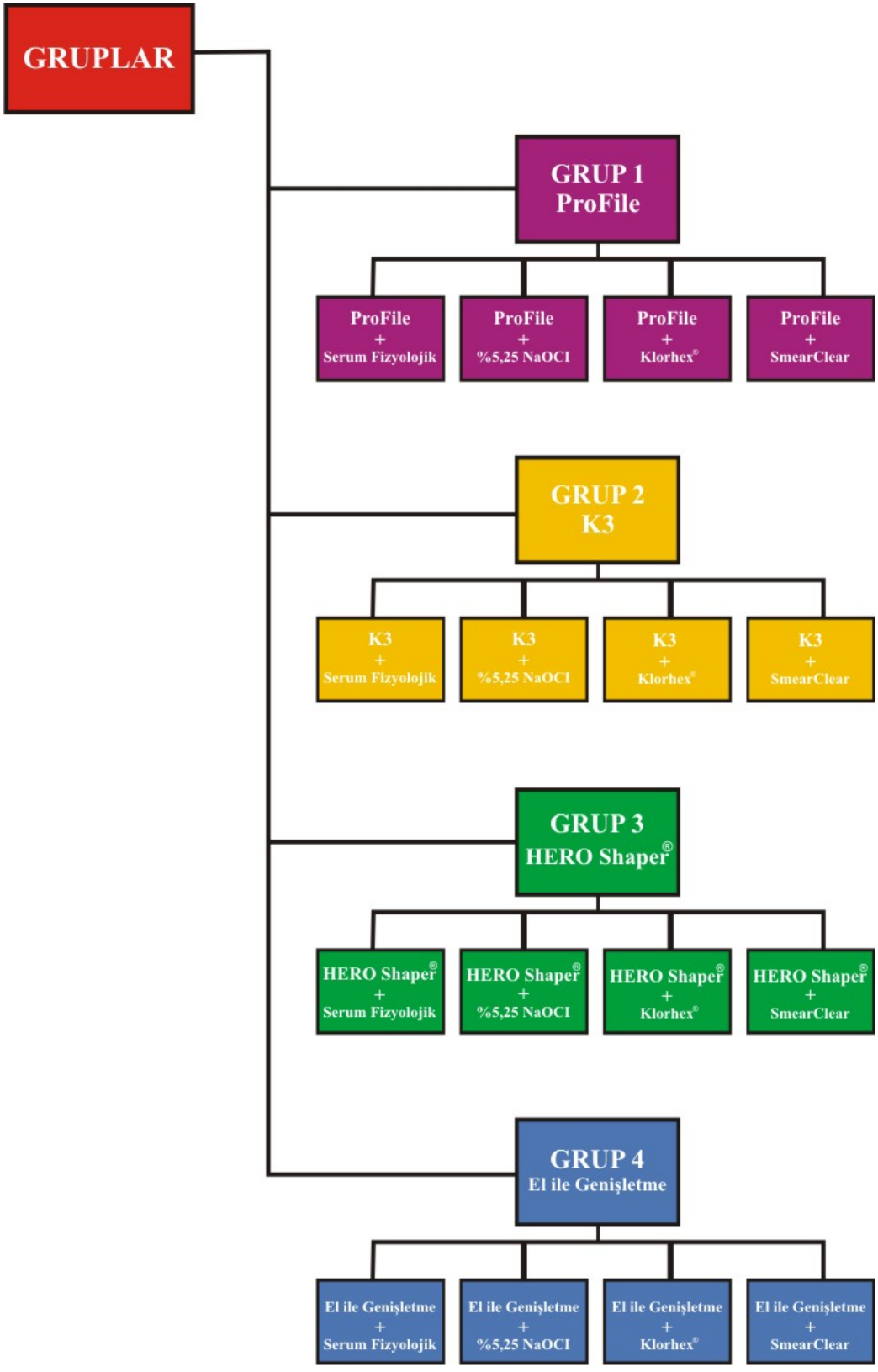


Resim 2. 12. Klorhex®



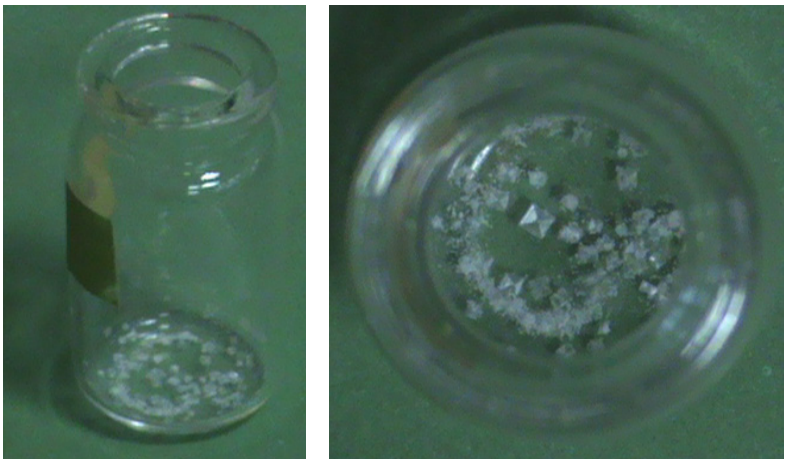
Resim 2. 13. SmearClear

Özet olarak deneyimizde kullanılan 176 diş önce şekillendirme esnasında kullanılan döner alet sistemlerine göre 4 gruba ayrılmıştır (n=44). Sonrasında en son yıkama solüsyonu olarak kullanılan solüsyona göre her grup kendi içinde tekrar 4 alt gruba daha ayrılmıştır (n=11). Yani her bir döner alet sisteminden 4 tane alt grup elde edilmiştir (Şema 2. 1).

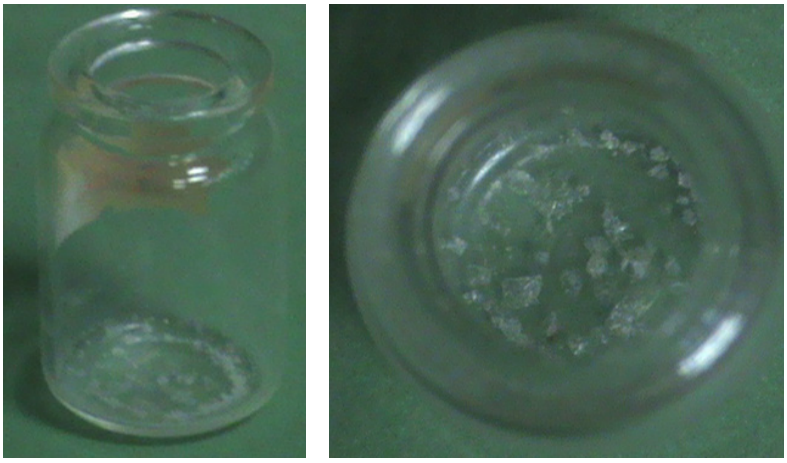


Şema 2. 1. Deneyimizde yer alan gruplar

İşlemler öncesinde ortam havası UV ile steril edildi ve deney esnasında steril edilmiş aletler kullanılarak, steril şartlar altında tüm işlemler yapıldı. Preparasyon işlemi sonrasında dişler şişelerden uzaklaştırıldı. Debris ve yıkama solüsyonu bulunan şişeler ise buharlaşma işlemi için kurutma fırınına (Nüve F 500, Ankara, Türkiye) yerleştirildi ve apikal foramen açıklığından taşan yıkama solüsyonlarının buharlaşması 72 saat boyunca takip edildi. Buharlaşma işleminin bitmesini takiben şişelerin hassas terazide tartılmasıyla elde edilen değerlerden işlem öncesi elde edilen boş şişelerin ağırlık değerleri çıkarılarak şişenin içinde bulunan debris miktarı miligram (mg) olarak elde edilmiştir. İşlem sonrası deney gruplarını temsilen seçilmiş şişelerde bulunan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonu varlığı aşağıdaki resimlerde gösterilmiştir(Resim 2. 14–2. 29).



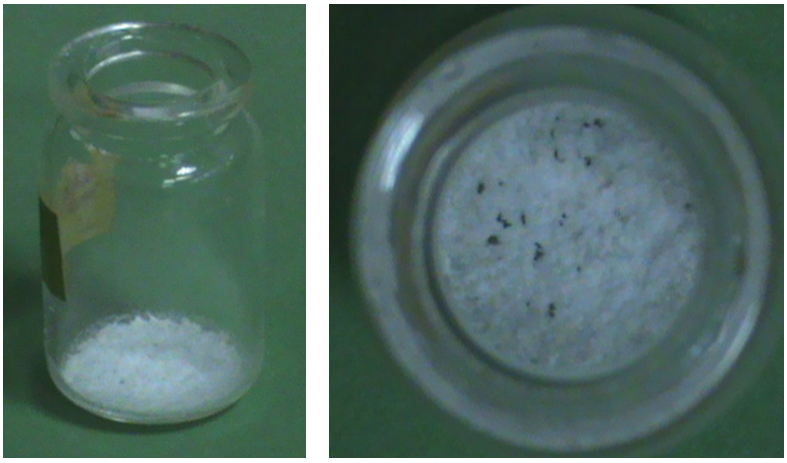
Resim 2. 14. ProFile döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken serum fizyolojik ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



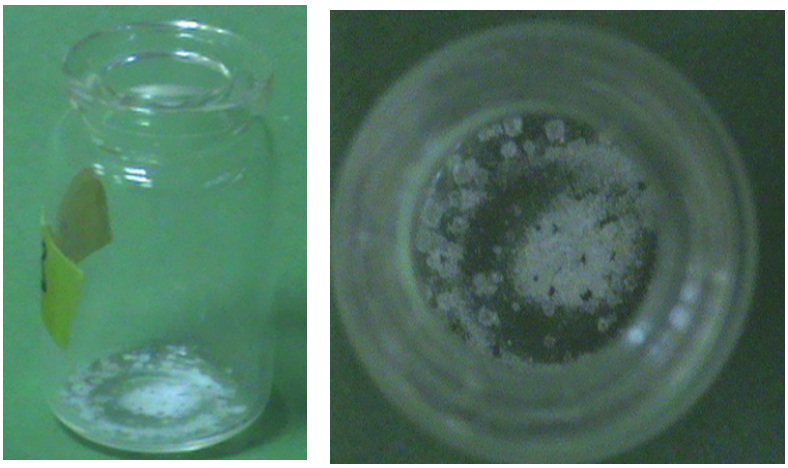
Resim 2. 15. ProFile yöntemi kullanılırken %5,25'lik NaOCl ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



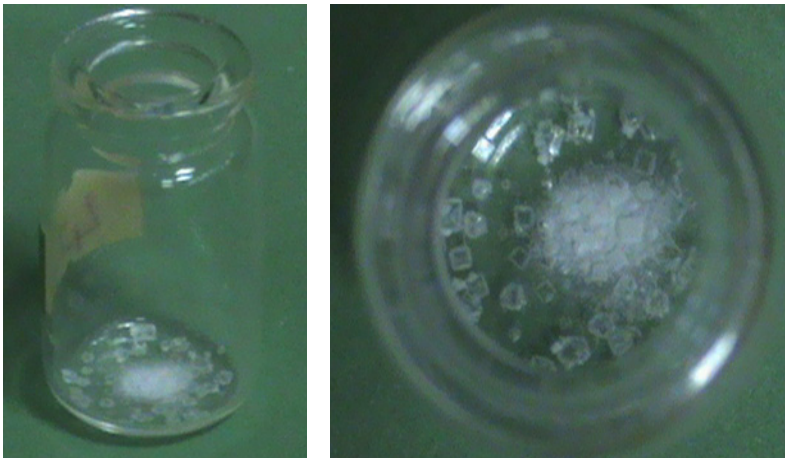
Resim 2. 16. ProFile döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken Klorhex® ile irrigasyon yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



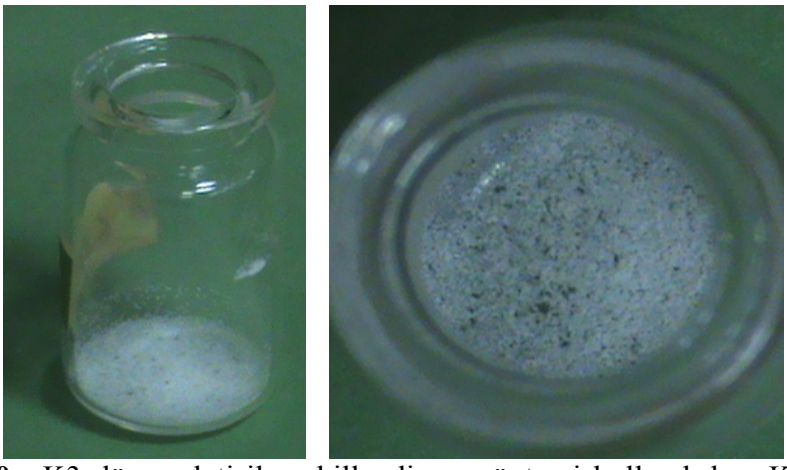
Resim 2. 17. ProFile döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken SmearClear ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



Resim 2. 18. K3 döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken serum fizyolojik ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



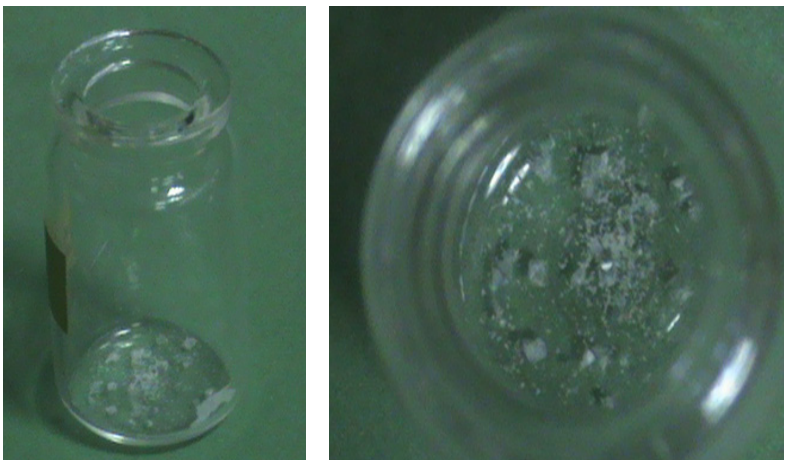
Resim 2. 19. K3 döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken %5,25'lik NaOCl ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



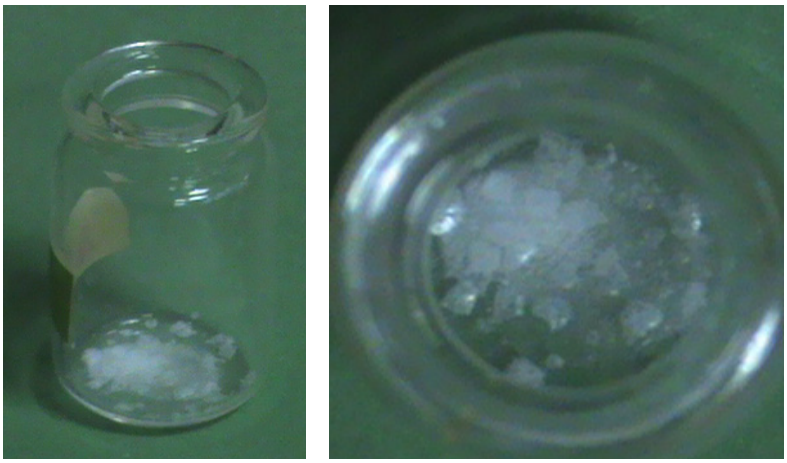
Resim 2. 20. K3 döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken Klorhex® ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



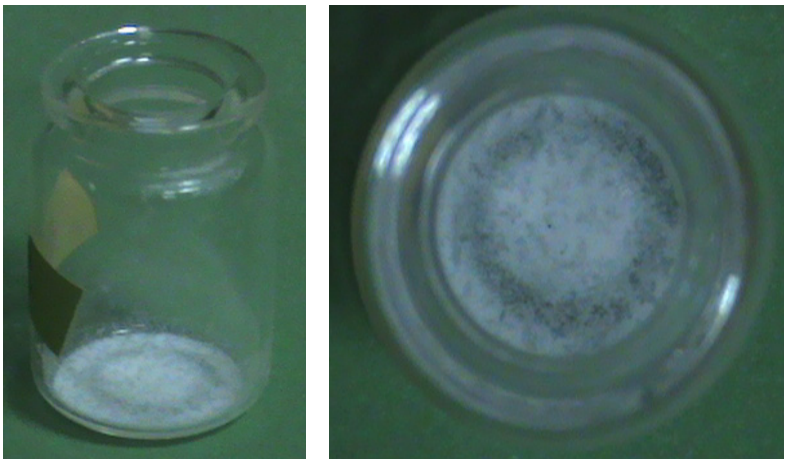
Resim 2. 21. K3 döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken SmearClear ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



Resim 2. 22. HERO Shaper® döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken serum fizyolojik ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



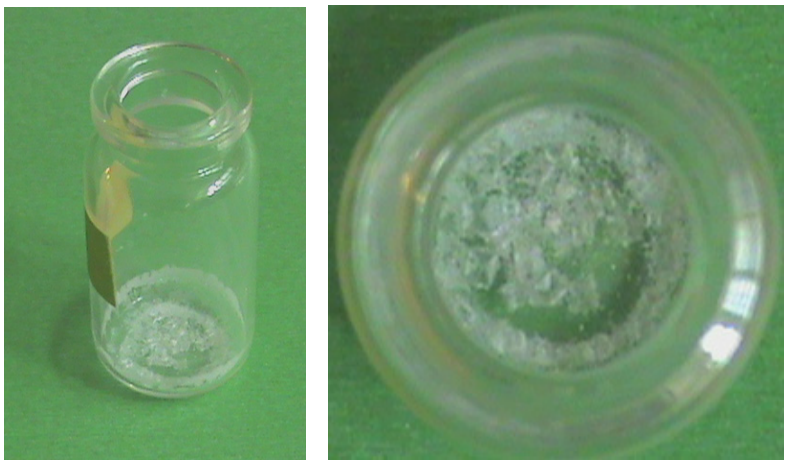
Resim 2. 23. HERO Shaper® döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken %5,25'lik NaOCl ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



Resim 2. 24. HERO Shaper® döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken Klorhex ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



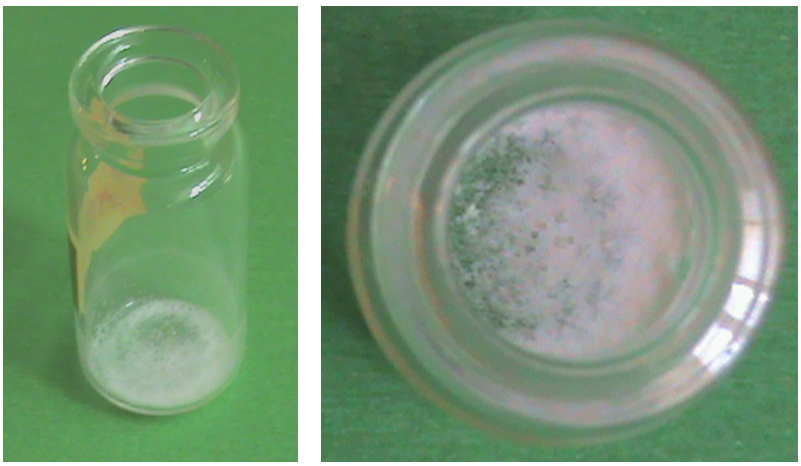
Resim 2. 25. HERO Shaper® döner aleti ile şekillendirme yöntemi kullanılırken SmearClear ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



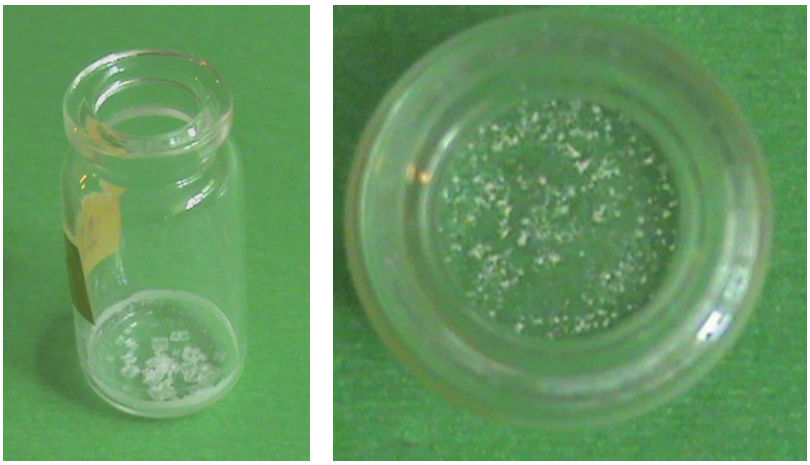
Resim 2. 26. El ile genişletme yöntemi kullanılırken serum fizyolojik ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



Resim 2. 27. El ile genişletme yöntemi kullanılırken %5,25'lik NaOCl ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



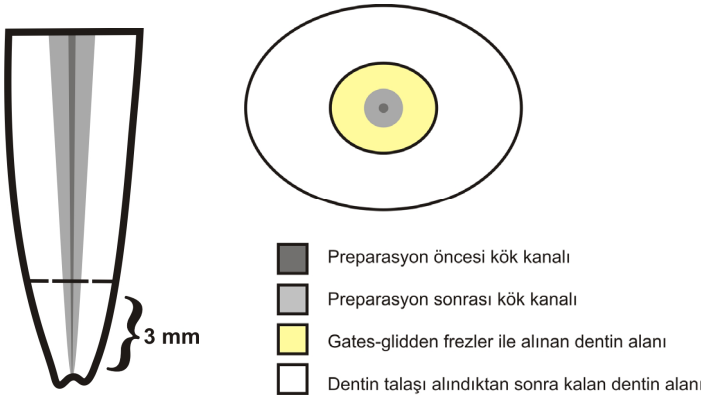
Resim 2. 28. El ile genişletme yöntemi kullanılırken Klorhex® ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun görünümü.



Resim 2. 29. El ile genişletme yöntemi kullanılırken SmearClear ile yıkama yapılan kök kanallarından taşan debris ve kristalize haldeki yıkama solüsyonunun şişelerdeki görünümü.

2. 6. Dentin Talaşı Toplama İşlemi

Preparasyon işlemi bitirilen dişlerin kök kanal boşluğu steril kağıt konlar yardımıyla kurulandıktan sonra buzdolabında -27 derecede 1 saat bekletildi (Tanrıverdi ve ark 1997, Eldeniz ve ark 2007). Sonrasında dişlerin apical 3 mm'lik kısmı elmas separe yardımıyla uzaklaştırıldı (Vertucci 1984). Gates-glidden frezlerinin (Mani Inc., Tokyo, Japonya) ISO 50, 70, 90, 110 numaraları kullanılarak kök kanalının iç kısmındaki dentin lümeninden dentin talaşları steril aluminyum folyolar üzerine toplandı.



Şekil 2. 1. Kök kanalından dentin talaşı toplanma işlemi

2. 7. Sulandırma İşlemi

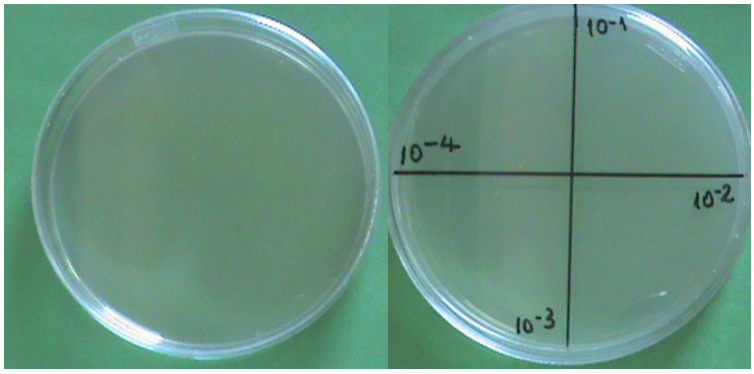
Toplanan dentin talaşları, içinde 2 ml PBS (Phosphate Buffered Saline, Fosfat ile tamponlanmış salin) (Sigma-Aldrich, Steinheim, Almanya) (Resim 2. 30) ve cam boncuk (3 mm, Merck, Damstdat, Almanya) bulunan cam şişelerin içine konularak (Resim 2. 31), karıştırıcıda (VWR, Darmstadt, Almanya) 15 sn süreyle karıştırıldı. Sulandırma işlemine geçerken bu şişeden 0,1 ml alınarak önceden 0,9 ml PBS ile doldurularak hazırlanan tüpe geçildi ve karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırıldı. Seri olarak 10^{-4}'e kadar sulandırıldı.



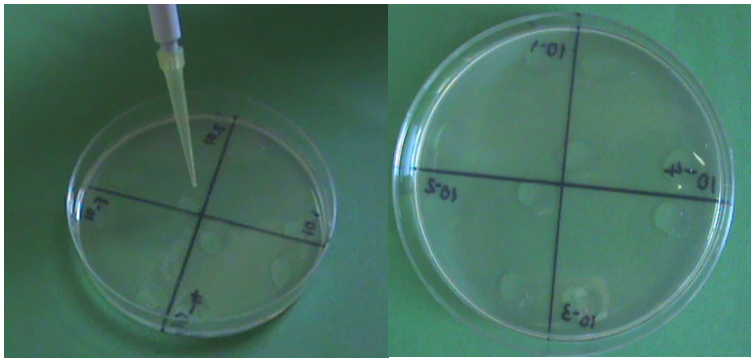


Resim 2. 30. Fosfat ile tamponlanmış salin **Resim 2. 31.** Boncuk bulunan cam şişeler

Sonrasında petri kabı 4 eşit bölmeye ayrıldı (Resim 2. 32) ve petri kaplarına örneklerin ekim işlemine geçildi.



Resim 2. 32. Petri kabının 4 eşit bölmeye ayrılması.



Resim 2. 33. Yapılan sulandırmalardan alınan 0,25 ml'lik örneklerin petri kabına bırakılması ve işlem sonunda petri kabının görüntüsü**.**

Sırasıyla 10^{-4}'e kadar yapılan sulandırmanın ardından her tüpten 0,25 ml alınan PBS örnekleri otomatik pipetler ile taşınarak petride işaretlenmiş ilgili alana bırakıldı (Resim 2. 33). Petri kabının ortasına ise dentin talaşlarının konulup karıştırıldığı şişeden aynı miktarda alınarak konuldu. Petri kutularında bulunan 10 damlanın birbirlerine karışarak sayım işlemlerinin doğruluğunu etkilememesi için

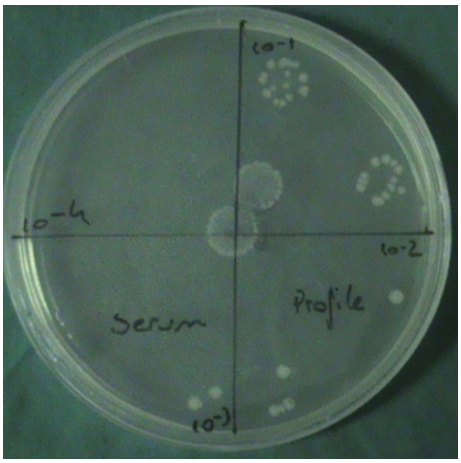
petriler kapatılmadan yarım saat özel havalandırmalı güvenlik kabininde (Labconco, Kansas City, Amerika) damlaların buharlaşması için tutuldu. Sonrasında kapatılarak ters çevrilen petriler inkübatör için uygun jarlara (Genbox Jar, Biomerieux, Marcy-L'etoıle, Fransa) yerleştirilerek koloniler sayılabilir hale gelene kadar 24-48 saat inkübatörde bekletildi (Resim 2. 34. a & b).



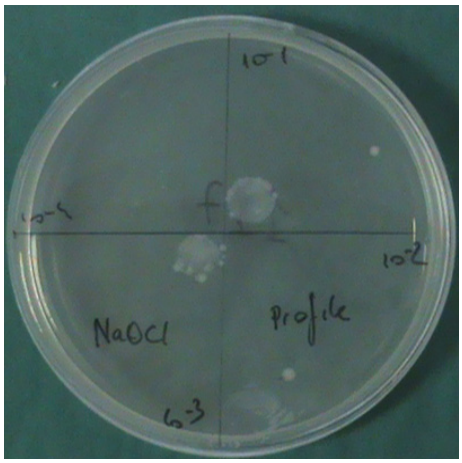
a b

Resim 2. 34. a. Jar içine konulan petri kaplarının **b.** inkübatöre yerleştirilmesi

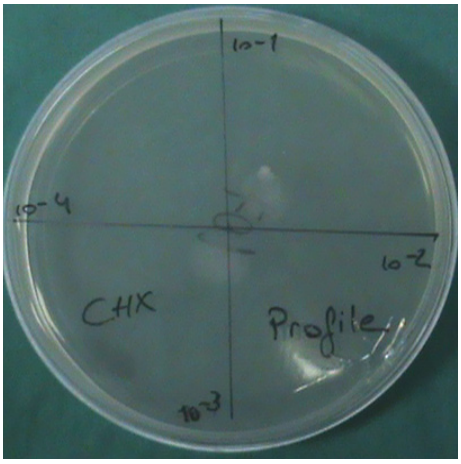
Çalışmamız sonunda petrilerdeki koloniler klasik koloni sayım tekniğine uygun olarak sayıldı (Saleh ve ark 2004, Oliveira ve ark 2007, Lin ve ark 2009). Her gurubun rastgele seçilmiş bir petri kutusundan alınan örnek fotoğrafları aşağıda görülmektedir (Resim 2. 35-38).



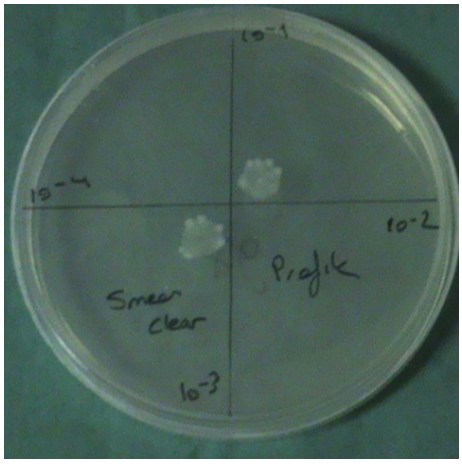
Resim 2. 35. a



Resim 2. 35. b

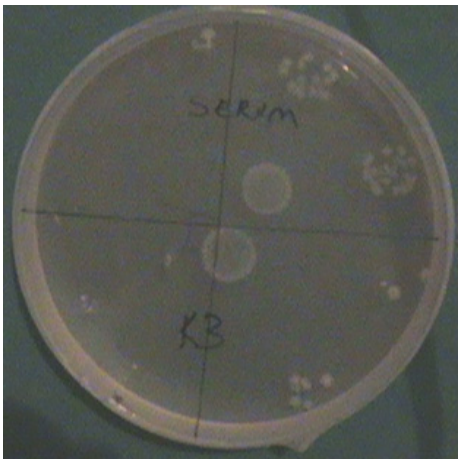


Resim 2. 35. c

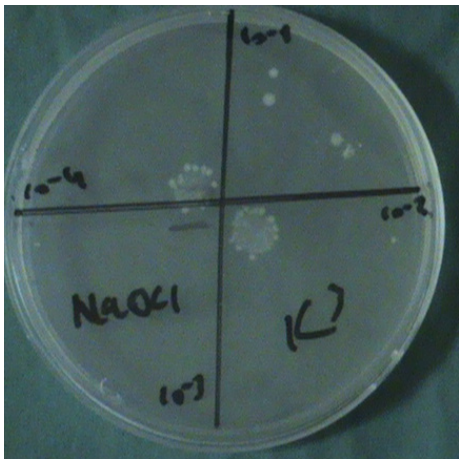


Resim 2. 35. d

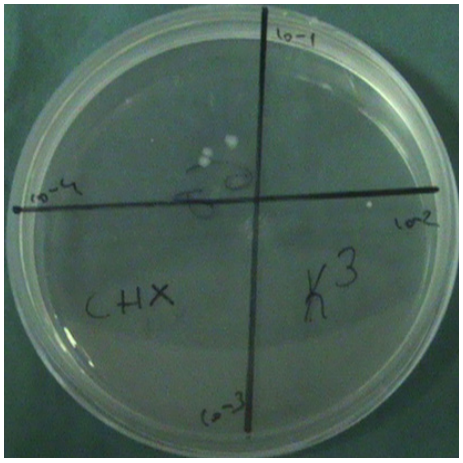
Resim 2. 35. a. Serum fizyolojik, **Resim 2. 35. b.** NaOCl, **Resim 2. 35. c.** Klorhex® (CHX), **Resim 2. 35. d**. SmearClear yıkama solüsyonları ve ProFile döner alet sistemi kullanılarak şekillendirilen kök kanallarından alınan dentin örneklerine ait TSA petrilerinin görünümü (TSA petriler bakteri kolonilerinin daha iyi görüntülenmesi için işlemden 48 saat sonra fotoğraflanmıştır).



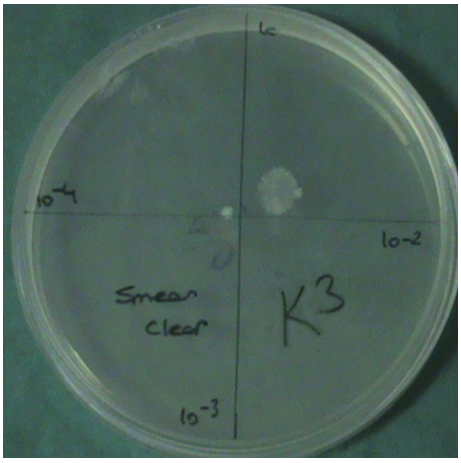
Resim 2. 36. a



Resim 2. 36. b

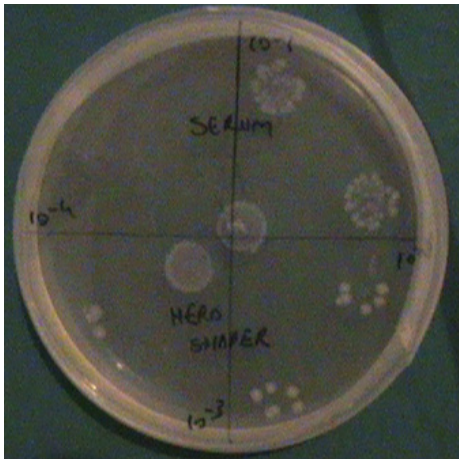


Resim 2. 36. c

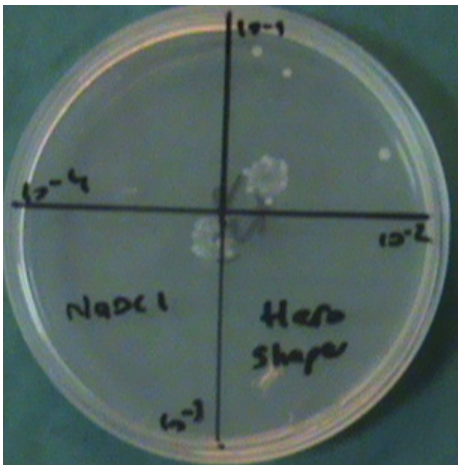


Resim 2. 36. d

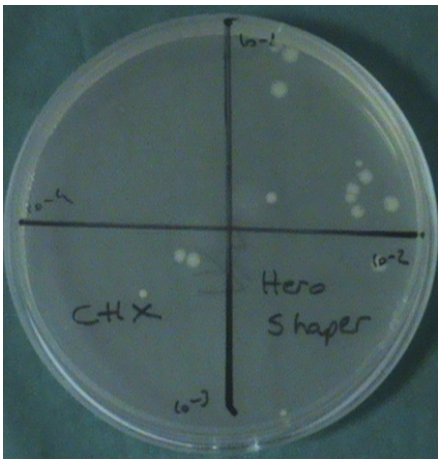
Resim 2. 36. a. Serum fizyolojik, **Resim 2. 36. b.** NaOCl, **Resim 2. 36. c.** Klorhex ® (CHX), **Resim 2. 36. d.** SmearClear yıkama solüsyonları ve K3 döner alet sistemi kullanılarak şekillendirilen kök kanallarından alınan dentin örneklerine ait TSA petrilerinin görünümü (TSA petriler bakteri kolonilerinin daha iyi görüntülenmesi için işlemden 48 saat sonra fotoğraflanmıştır).



Resim 2. 37. a



Resim 2. 37. b

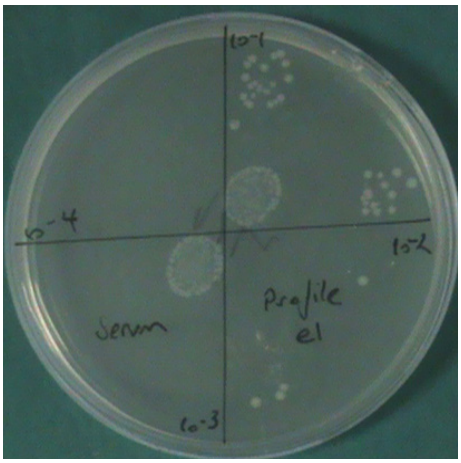


Resim 2. 37. c

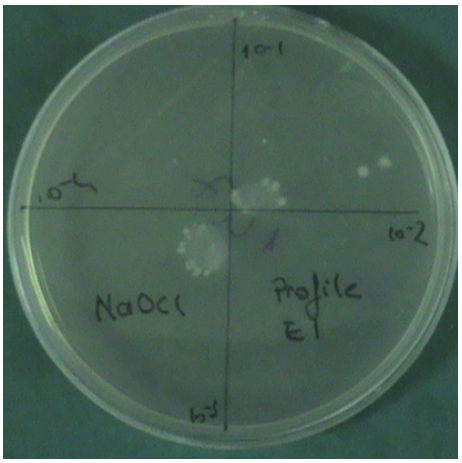


Resim 2. 37. d

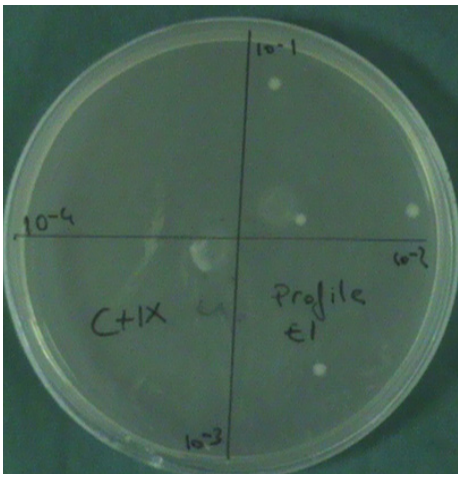
Resim 2. 37. a. Serum fizyolojik, **Resim 2. 37. b.** NaOCl, **Resim 2. 37. c.** Klorhex® (CHX), **Resim 2. 38. d.** SmearClear yıkama solüsyonları ve HERO Shaper® döner alet sistemi kullanılarak şekillendirilen kök kanallarından alınan dentin örneklerine ait TSA petrilerinin görünümü (TSA petriler bakteri kolonilerinin daha iyi görüntülenmesi için işlemden 48 saat sonra fotoğraflanmıştır).



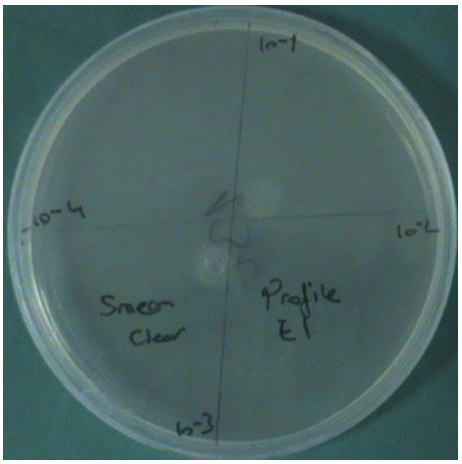
Resim 2. 38. a



Resim 2. 38. b



Resim 2. 38. c



Resim 2. 38. d

Resim 2. 38. a. Serum fizyolojik, **Resim 2. 38. b.** NaOCl, **Resim 2. 38. c.** Klorhex® (CHX), **Resim 2. 38. d**. SmearClear yıkama solüsyonları ve el ile genişletme yöntemi kullanılarak şekillendirilen kök kanallarından alınan dentin örneklerine ait TSA petrilerinin görünümü (TSA petriler bakteri kolonilerinin daha iyi görüntülenmesi için işlemden 48 saat sonra fotoğraflanmıştır).

Tüm deney gruplarına ait petrilerin koloni sayımları ilgili sulandırma miktarı göz önüne alınarak yapıldı ve kaydedilen değerler log 10'a çevrildi. Sonrasında elde edilen değerler istatistiksel analizler için hazırlandı.

2. 8. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

Mikrobiyal değerlendirme kültür yapılarak değerlendirildiği gibi her gruptan rastgele seçilen bir örnek, enfekte edilen bir örnek ve hiçbir enfeksiyon işlemine tabii tutulmayan bir örnek olmak üzere toplam 18 tane diş örneği vertikal yönde su

soğutması altında elmas separe yardımıyla ikiye ayrılmıştır. Fiksasyonu %2'lik gluteraldehit (Merck, Damstdat, Almanya) içinde yapılan örnekler, sırasıyla %30, %50, %70, %80, %96 ve %100'lük alkol serisinde 30'ar dakika bekletilerek dehidratasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Dehidrate eldilen örnekler, Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda vakumlu bir ortamda Polaron Sc7620 Sputter Coater (VG Microtech Inc. Japonya) cihazı kullanılarak ince bir altın film tabakası ile kaplandı. Farklı büyütmelerde (×500-×10000) taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Leo 440, Electron Microscopy Ltd.Cambridge, UK) altında kök kanal yüzeyleri, dentin tübüllerinin durumu smear tabakası ve mikroorganizmaların varlığı incelendi.

2. 9. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Bulguların istatistiksel analizi, S. Ü. Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A. D. Biyoistatik Bilim Dalı'nda SPSS 15.0 V bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. Her iki deneyde de elde edilen veriler normal dağılım göstermediği için non-parametrik bir test olan Kruskal-Wallis ve Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney –U testleri uygulanarak veriler analiz edilmiştir.

3. BULGULAR

3. 1. Mikrobiyal Eliminasyon

Çalışmamızın kök kanallarından *E. faecalis* mikroorganizmasını farklı üç döner alet sistemi ve Profile el aletleri ile uzaklaştırılmasını farklı dört solüsyon ile birlikte kullanarak değerlendiren ilk kısmında elde edilen veriler Çizelge 3. 1-3. 16'da gösterilmiştir.

Elde edilen değerler her bir kök kanal genişletme sisteminin farklı solüsyonlardaki etkinliklerinin net olarak izlenebilmesi açısından gruplandırılarak çizelgelerde verilmiştir. Sırasıyla ProFile, K3 ve HERO Shaper® döner alet sistemleri ve ProFile el aleti kullanılarak elde edilen değerler yıkama solüsyonu olarak serum fizyolojik, NaOCl, Klorhex® ve SmearClear kullanımına göre sıralanarak çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 3. 1. ProFile döner alet sistemi ve serum fizyolojik solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

1. Grup ProFile + Serum fizyolojik			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	3	2	4,38
2	1	1	3,90
3	2,5	1	3,30
4	1	3	2,90
5	0,5	1	4,60
6	1,5	2	3,08
7	0,5	2	3,60
8	6	1	4,68
9	1	2	2,90
10	1	2	3,90

Çizelge 3. 2. ProFile döner alet sistemi ve %5,25 NaOCl solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

2. Grup Profile + % 5,25 NaOCl			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	1	0	1,90
2	0	0	0
3	0	0	0
4	2	0	2,20
5	0	0	0
6	0,5	2	3,60
7	0,5	1	2,60
8	0	0	0
9	1	0	1,90
10	1	0	1,90

Çizelge 3. 3. ProFile döner alet sistemi ve Klorhex® solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

3. Grup Profile + Klorhex®			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	0	0	0
2	0,5	2	3,60
3	0	0	0
4	0,5	0	1,60
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

Çizelge 3. 4. ProFile döner alet sistemi ve SmearClear solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

4. Grup Profile + SmearClear			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	0,5	1	2,60
2	0,5	0	2,60
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	1	0	1,90
7	0	0	0
8	0	0	0
9	1,5	0	2,08
10	7	0	2,75

Çizelge 3. 5. K3 döner alet sistemi ve serum fizyolojik solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

5. Grup K3 + Serum fizyolojik			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log10 Değerleri**
1	0,5	1	2,60
2	0,5	2	3,60
3	0,5	4	5,60
4	0,5	3	4,60
5	0,5	1	2,60
6	0,5	2	3,60
7	0,5	1	2,60
8	7	2	4,75
9	2,5	1	3,30
10	3	1	3,38

Çizelge 3. 6. K3 döner alet sistemi ve %5,25 NaOCl solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

6. Grup K3 + % 5,25 NaOCl			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	0	0	0
2	0,5	2	3,60
3	0,5	0	1,60
4	0,5	0	1,60
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	1,5	1	3,08
9	0,5	0	1,60
10	3	1	3,38

Çizelge 3. 7. K3 döner alet sistemi ve Klorhex® solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

7. Grup K3 + Klorhex®			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	0	0	0
2	2	0	2,20
3	0	0	0
4	0,5	2	3,60
5	0	0	0
6	0	0	0
7	2	0	2,20
8	0,5	3	4,60
9	0,5	1	2,60
10	0	0	0

Çizelge 3. 8. K3 döner alet sistemi ve SmearClear solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

8. Grup K3 + SmearClear			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	0,5	1	2,60
2	0,5	4	2,60
3	0	0	0
4	0,5	4	1,60
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0,5	0	1,60
8	1,5	0	2,08
9	7	0	2,75
10	3	0	2,38

Çizelge 3. 9. HERO Shaper® döner alet sistemi ve serum fizyolojik solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

9. Grup HERO Shaper® + Serum fizyolojik			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	1,5	2	4,08
2	4	2	4,50
3	0,5	2	3,60
4	1	3	4,90
5	1,5	3	5,08
6	2	1	3,20
7	7,5	1	3,78
8	1,5	3	5,08
9	1	1	2,90
10	9	1	3,86

Çizelge 3. 10. HERO Shaper® döner alet sistemi ve %5,25 NaOCl solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

10. Grup HERO Shaper® + % 5,25 NaOCl			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	1	1	2,90
2	0	0	0
3	1	0	1,90
4	0	0	0
5	1,5	1	3,08
6	0,5	1	2,60
7	0,5	0	1,60
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

Çizelge 3. 11. HERO Shaper® döner alet sistemi ve Klorhex® solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

11. Grup HERO Shaper® + Klorhex®			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	0,5	0	1,60
2	1	2	3,90
3	0,5	1	2,60
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0,5	3	4,60
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0,5	0	1,60
10	0	0	0

Çizelge 3. 12. HERO Shaper® döner alet sistemi ve SmearClear solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

12. Grup HERO Shaper® + SmearClear			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	0	0	0
2	0,5	3	1,60
3	0,5	3	4,60
4	0	0	0
5	0,5	4	1,60
6	0,5	0	5,60
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

Çizelge 3. 13. ProFile el ile genişletme yöntemi kullanılan ve serum fizyolojik solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

13. Grup ProFile el ile genişletme + Serum fizyolojik			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	11,5	0	2,96
2	3	1	2,38
3	2,5	2	3,30
4	1,5	2	4,08
5	2,5	2	4,30
6	2,5	1	4,30
7	2	1	3,20
8	0,5	2	2,60
9	1	0	3,90
10	2,5	1	2,30

Çizelge 3. 14. ProFile el ile genişletme yöntemi kullanılan ve %5,25 NaOCl solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

14. Grup Profile el ile genişletme + % 5,25 NaOCl			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**log 10 Değerleri**
1	0	0	0
2	0	0	0
3	1	1	2,90
4	0,5	0	1,60
5	0	0	0
6	1	0	1,90
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0,5	1	2,60

Çizelge 3. 15. ProFile el ile genişletme yöntemi kullanılan ve Klorhex® solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

15. Grup Profile el ile genişletme + Klorhex®			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	0,5	1	2,60
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0,5	2	3,60
6	1,5	2	4,08
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

Çizelge 3. 16. ProFile el aletleri ile genişletme yöntemi kullanılan ve SmearClear solüsyonu ile yıkama yapılan gruptan elde edilen koloni sayım (CFU) sonuçları ve Log 10'a çevrilmiş değerler.

16. Grup Profile el ile genişletme + SmearClear®			
Örnek	**Ortalama**	**Sulandırma**	**Log 10 Değerleri**
1	0,5	2	3,60
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

3. 2. Koloni Sayım Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışmamızın kök kanallarından *E. faecalis* mikroorganizmasını farklı üç döner alet sistemi ve Profile el aletleri ile uzaklaştırılmasını değerlendiren bu kısmında elde edilen verilerin istatistiksel analizinde öncelikle dört mekanik preparasyon tekniği kullanılan solüsyon göz önünde bulundurulmaksızın karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma için Kruskal Wallis testi kullanılmış ve sistemler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur (P<0,001).

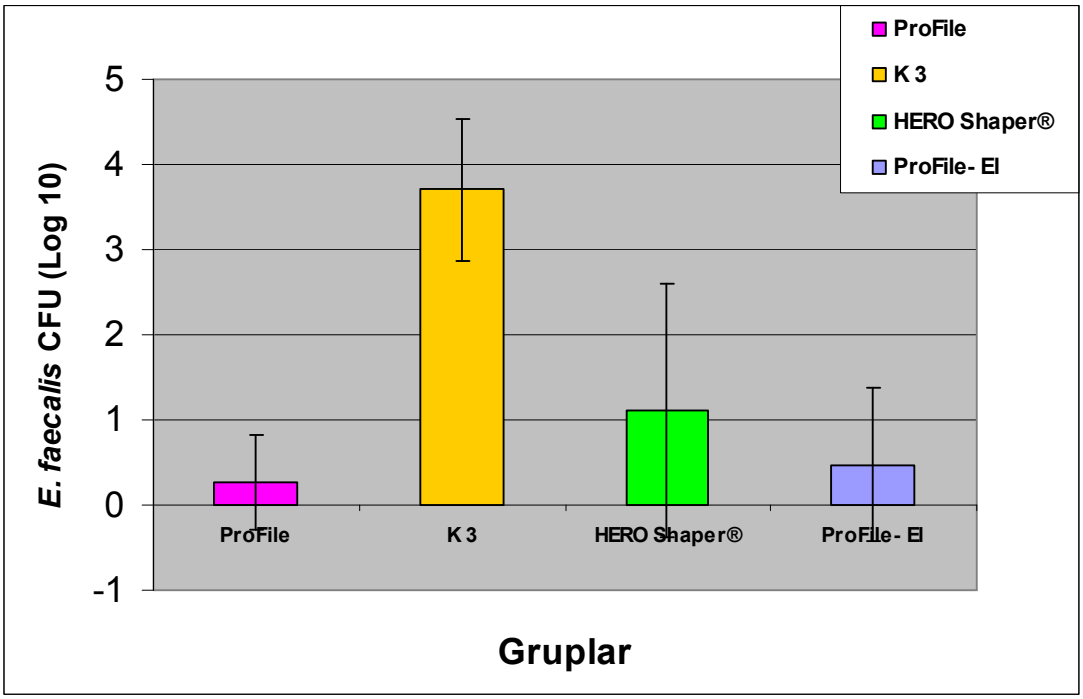
Sistemler arasındaki farklılıkları belirlemede Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. *E. faecalis* mikroorganizmasını uzaklaştırmada Profile, HERO Shaper® döner alet sistemleri ve Profile eğelerinin el ile kullanımı K3 döner alet sisteminden daha başarılı bulunmuştur.

Bu değerler Çizelge 3. 17 ve Grafik 3. 1'de görülmektedir.

Çizelge 3. 17. Farklı sistemlerin kullanıldığı kök kanallarından elde edilen *E. faecalis*'lerin koloni sayım sonuçlarının logaritmik birime çevrilerek hesaplanmış ortalama ± standart sapma (ort ± SS) ve ortanca (m) değerleri

Sistemler	Ortalama ± Standart Sapma (ort ± SS)	Ortanca (m)
Profile	0,27 ± 0,55[a*]	0
K3	3,70 ± 0,84[b]	3,60
HERO Shaper®	1,11 ± 1,49[a]	0
Profile-El	0,47 ± 0,90[a]	0

*Ayrı harf taşıyan gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.
[a] K3 grubuna göre $P<0,01$(Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney-U testi ile).



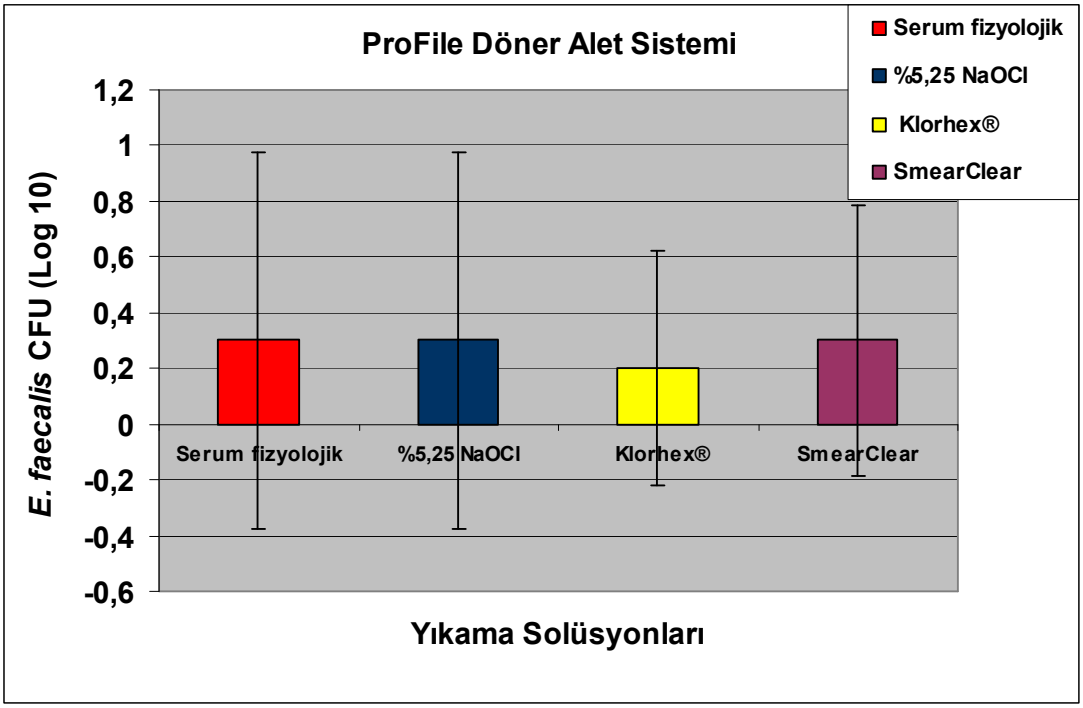
Grafik 3. 1. Genel olarak ProFile, K3, HERO Shaper®, ve ProFile el ile genişletme yöntemlerinin *E. faecalis*'leri kök kanallarından uzaklaştırmadaki etkinliklerinin karşılaştırılması.

Sonrasında her dört sistemin farklı solüsyonlarla birlikte kullanımı neticesinde elde edilen değerler kendi içinde karşılaştırıldı (Çizelge 3. 18-3. 21 ve Grafik 3. 2-3. 5).

ProFile döner alet sistemi ile farklı 4 yıkama solüsyonu kullanarak yapılan preparasyon sonrasında *E. faecalis* mikroorganizmasının kök kanallarından uzaklaştırma etkinliği değerlendirilmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kruskal Wallis=0,28; $P>0,05$) (Çizelge 3. 18 ve Grafik 3. 2).

Çizelge 3. 18. ProFile döner alet sistemi ile serum fizyolojik, NaOCl, Klorhex® ve SmearClear kullanımının *E. faecalis* mikroorganizmasını uzaklaştırma etkinliği gösteren ortalama ± standart sapma (ort ± SS) ve ortanca (m) değerleri.

ProFile	Ortalama±Standart Sapma (ort±SS)	Ortanca (m)
Serum fizyolojik	0,30 ± 0,67	0
%5,25 NaOCl	0,30 ± 0,67	0
Klorhex®	0,20 ± 0,42	0
SmearClear	0,30 ± 0,48	0

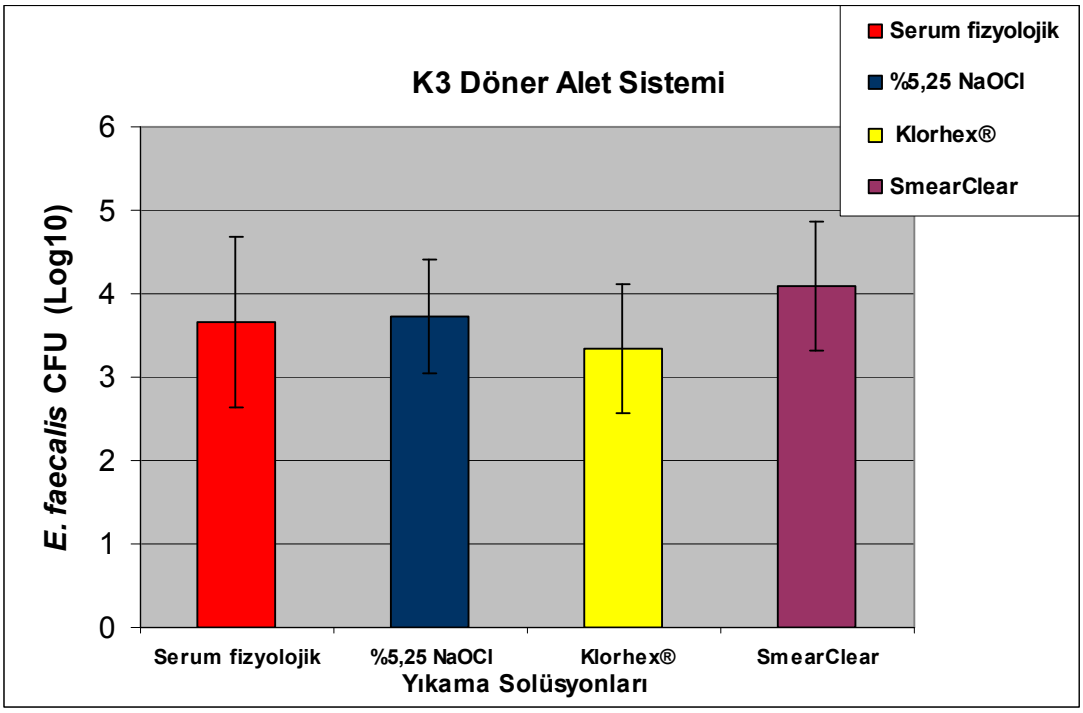


Grafik 3. 2. ProFile döner alet sisteminin serum fizyolojik, %5,25 NaOCl, Klorhex® ve SmearClear solüsyonları ile birlikte kullanımı sonrasında grupların mikrobiyolojik sayım sonuçlarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) değerlerini gösteren grafik.

K3 döner alet sistemi ve 4 farklı solüsyon kullanılarak yapılan preparasyon sonrasında *E. faecalis*'in uzaklaştırma etkinliği değerlendirilmiş ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kruskal Wallis=3,94;*P*>0,05) (Çizelge 3. 19 ve Grafik 3. 3).

Çizelge 3. 19. K3 döner alet sistemi ile serum fizyolojik, NaOCl, Klorhex® ve SmearClear kullanımının *E. faecalis* mikroorganizmasını uzaklaştırma etkinliğini gösteren ortalama ± standart sapma (ort ± SS) ve ortanca (m) değerleri.

K3	Ortalama ± Standart Sapma(or±SS)	Ortanca (m)
Serum fizyolojik	3,66 ± 1,02	3,49
%5,25 NaOCl	3,72 ± 0,68	3,75
Klorhex®	3,33 ± 0,77	3,25
SmearClear	4,10 ± 0,77	3,96

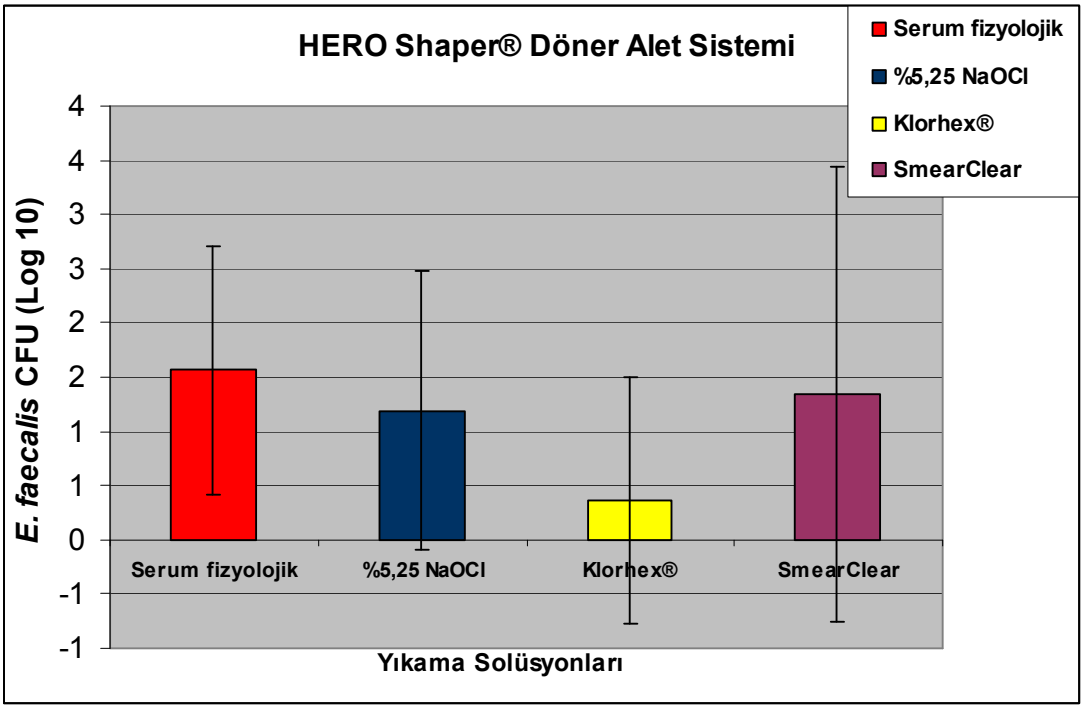


Grafik 3. 3. K3 döner alet sisteminin serum fizyolojik, %5,25 NaOCl, Klorhex® ve SmearClear solüsyonları ile birlikte kullanımı sonrasında grupların mikrobiyolojik sayım sonuçlarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) değerlerini gösteren grafik.

HERO Shaper® döner alet sistemi ve 4 farklı solüsyon kullanarak yapılan preparasyon sonrasında *E. faecalis* mikroorganizmasının uzaklaştırılma etkinliği değerlendirilmiş ve aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kruskal Wallis= 5,30;*P*>0,05) (Çizelge 3. 20 ve Grafik 3. 4).

Çizelge 3. 20. HERO Shaper® döner alet sistemi ile serum fizyolojik, NaOCl, Klorhex ve SmearClear kullanımının *E. faecalis* mikroorganizmasını uzaklaştırma etkinliği gösteren ortalama ± standart sapma (ort ± SS) ve ortanca (m) değerleri.

HERO Shaper®	Ortalama ± Standart Sapma(ort±SS)	Ortanca(m)
Serum fizyolojik	1,56 ± 1,15	1,84
%5,25 NaOCl	1,19 ± 1,28	0,95
Klorhex®	0,36 ±1,14	0
SmearClear	1,34 ± 2,10	0

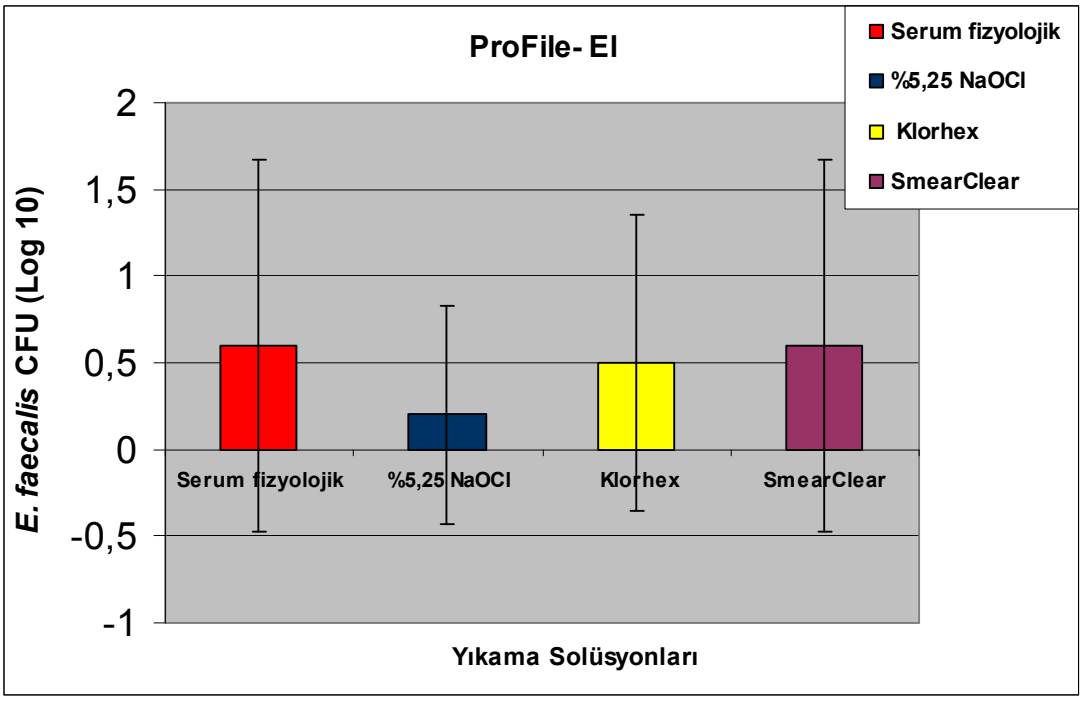


Grafik 3. 4. HERO Shaper® döner alet sisteminin serum fizyolojik, %5,25 NaOCl, Klorhex® ve SmearClear solüsyonları ile birlikte kullanımı sonrasında grupların mikrobiyolojik sayım sonuçlarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) değerlerini gösteren grafik.

ProFile el ile genişletme yöntemi ile 4 farklı yıkama solüsyonu kullanılarak yapılan preparasyon sonrasında *E. faecalis* mikroorganizmasının kök kanallarından uzaklaştırma etkinliği değerlendirilmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kruskal Wallis=1,48;*P*>0,05) (Çizelge 3. 21 ve Grafik 3. 5).

Çizelge 3. 21. ProFile el ile genişletme yöntemi ile serum fizyolojik, NaOCl, Klorhex® ve SmearClear kullanımının *E. faecalis* mikroorganizmasını uzaklaştırma etkinliğini gösteren ortalama ± standart sapma (ort ± SS) ve ortanca (m) değerleri.

ProFile-El ile Genişletme	Ortalama ± Standart Sapma (ort± SS)	Ortanca (m)
Serum fizyolojik	0,60 ± 1,07	0
%5,25 NaOCl	0,20 ± 0,63	0
Klorhex®	0,50 ± 0,85	0
SmearClear	0,60 ± 1,07	0



Grafik 3. 5. ProFile el ile genişletme yönteminin serum fizyolojik, %5,25 NaOCl, Klorhex® ve SmearClear solüsyonları ile birlikte kullanımı sonrasında grupların mikrobiyolojik sayım sonuçlarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) değerlerini gösteren grafik.

3. 3. Kök Ucundan Debris Çıkış Miktarının Değerlendirilmesi

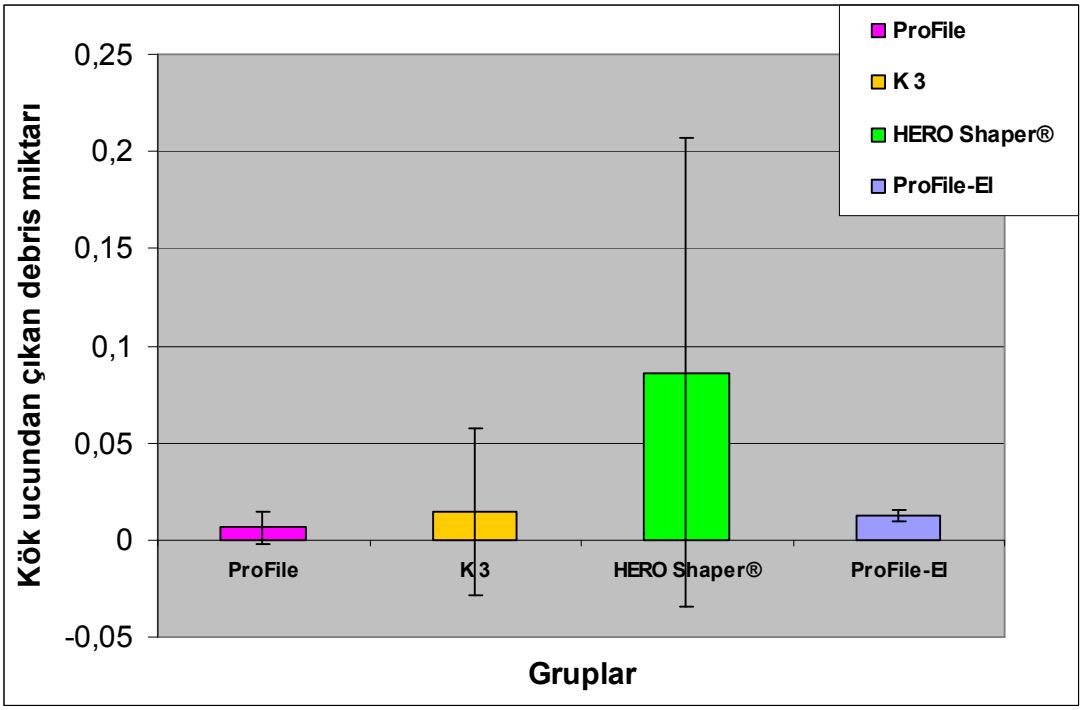
Farklı mekanik preparasyon yöntemlerinin dört farklı yıkama solüsyonu kullanılarak kök kanallarına uygulanması sonrasında kök ucundan çıkan debris miktarları non-parametrik testlerden Kruskal Wallis testi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Kullanılan preparasyon sistemleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Solüsyona bakılmaksızın, mekanik preparasyon yöntemleri değerlendirildiğinde HERO Shaper® ile şekillendirme yapılan grupta belirlenen debris çıkış miktarı diğer gruplardan istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmuştur (Kruskal Wallis=30,76; P<0,001). K3, Profile döner alet sistemi ve aynı sistem eğelerinin el ile kullanıldığı gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenememiştir. Gruplardan elde edilen debris çıkış miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanarak Çizelge 3. 22 ve Grafik 3. 6'da verilmiştir.

Çizelge 3. 22. Solüsyonlar göz önünde bulundurulmadan farklı dört mekanik preparasyon yöntemiyle yapılan şekillendirme işleminde kök ucundan çıkan debris miktarlarını gösteren ortalama ± standart sapma (ort ± SS) ve ortanca (m) değerleri.

ProFile-El ile Genişletme	Ortalama ± Standart Sapma (ort± SS)	Ortanca (m)
Profile	0,01 ± 0,01[a*]	0,002
K3	0,01 ± 0,04[a]	0,003
HERO Shaper®	0,09 ± 0,12[b]	0,10
Profile-El	0,01 ± 0,002[a]	0,002

[*] Ayrı harfleri taşıyan gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.
[a] Diğer gruplara göre P<0.001



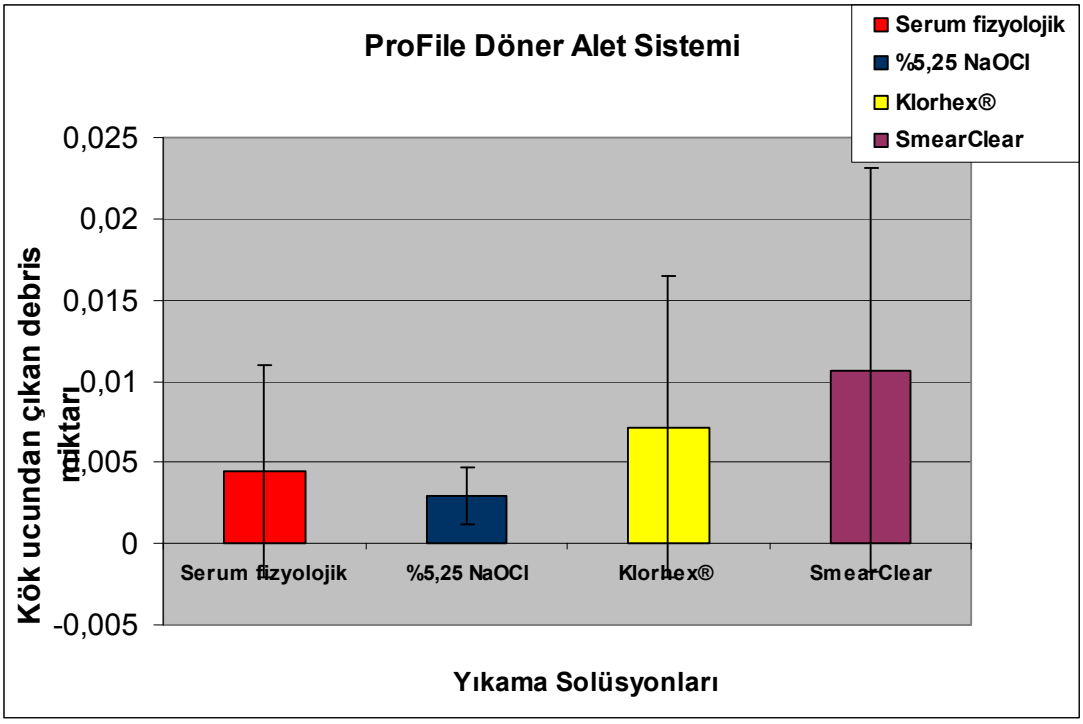
Grafik 3. 6. ProFile, K3, HERO Shaper® ve ProFile-El mekanik preparasyon yöntemlerinin kök ucu debris çıkış miktarı üzerine etkisi.

Her bir sistemin dört farklı yıkama solüsyonu ile birlikte kullanımı sonrasında belirlenen apikal debris çıkış miktarları Kruskal Wallis ve Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U Testleri kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

ProFile mekanik preparasyon tekniği farklı 4 yıkama solüsyonu ile kullanıldığında belirlenen apikal debris extrüzyon değerleri karşılaştırılmış ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kruskal Wallis= 4,93;*P*>0.05) (Çizelge 3. 23 ve Grafik 3. 7).

Çizelge 3. 23. ProFile döner alet sistemi ile serum fizyolojik, NaOCl, Klorhex® ve SmearClear kullanımı ile kök ucundan çıkan debris miktarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) ve ortanca (m) değerleri.

Profile	Ortalama ± Standart Sapma (ort ± SS)	Ortanca (m)
Serum fizyolojik	0,004 ± 0,006	0,001
%5,25 NaOCl	0,002 ± 0,001	0,002
Klorhex®	0,01 ± 0,01	0,002
SmearClear	0,01 ± 0,01	0,005

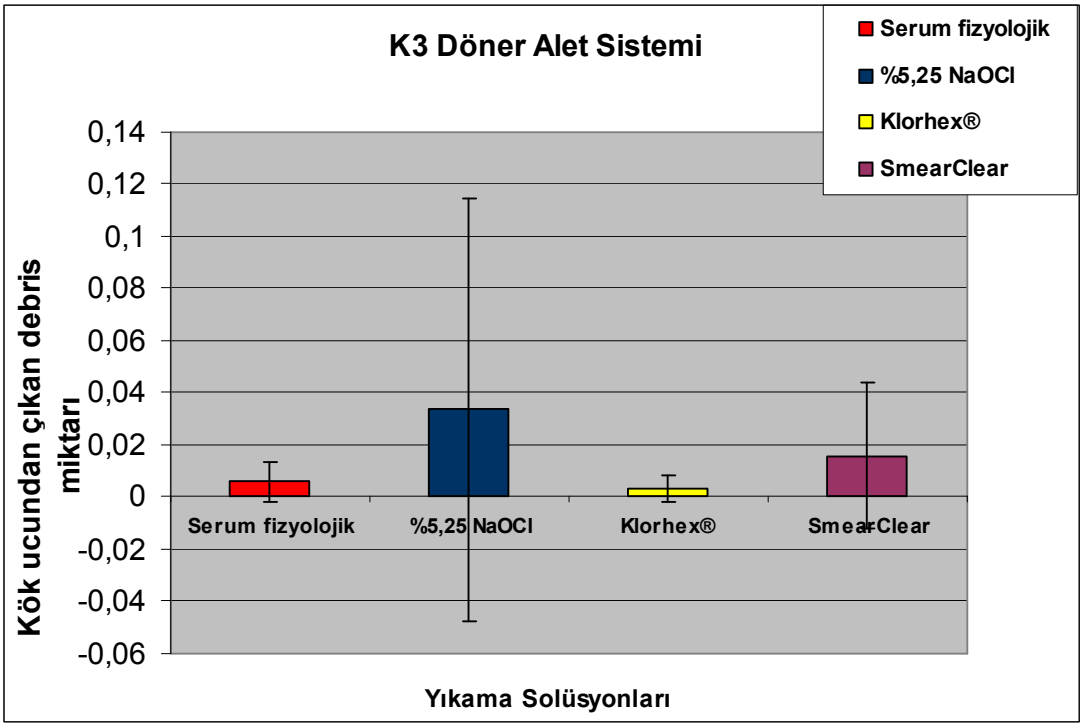


Grafik 3. 7. ProFile döner alet sisteminin serum fizyolojik, %5,25 NaOCl, Klorhex® ve SmearClear solüsyonları ile birlikte kullanımı sonrasında meydana gelen kök ucundan çıkan debris miktarı sonuçlarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) değerlerini gösteren grafik.

K3 mekanik preparasyon tekniği ve 4 farklı yıkama solüsyonu ile yapılan preparasyon işlemleri sonrasında gözlenen apikal extrüzyon miktarları karşılaştırılmış ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kruskal Wallis=7,78;*P*>0,05) (Çizelge 3. 24 ve Grafik 3. 8).

Çizelge 3. 24. K3 döner alet sistemi ile serum fizyolojik, NaOCl, Klorhex® ve SmearClear kullanımı sonrasında kök ucundan çıkan debris miktarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) ve ortanca (m) değerleri.

K3	Ortalama ± Standart Sapma (ort ± SS)	Ortanca (m)
Serum fizyolojik	0,01 ± 0,01	0,001
%5,25 NaOCl	0,03 ± 0,08	0,009
Klorhex®	0,003 ± 0,004	0,001
SmearClear	0,01 ± 0,03	0,002



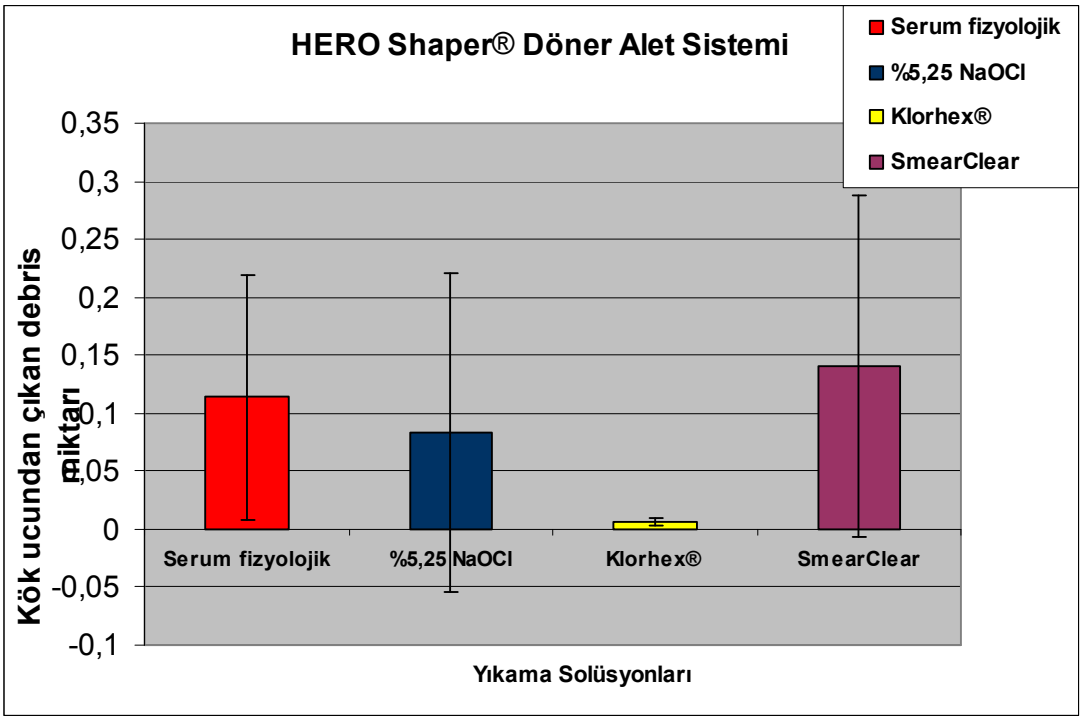
Grafik 3. 8. K3 döner alet sisteminin serum fizyolojik, %5,25 NaOCl, Klorhex® ve SmearClear solüsyonları ile birlikte kullanımı sonrasında meydana gelen kök ucundan çıkan debris miktarı sonuçlarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) değerlerini gösteren grafik.

HERO Shaper® mekanik preparasyon tekniğinin dört farklı yıkama solüsyonu ile kullanılması sonrasında belirlenen apikal extrüzyon miktarları karşılaştırılmış ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur (Kruskal Wallis=8,95;*P*<0,05) (Çizelge 3. 25 ve Grafik 3. 9).

Çizelge 3. 25. HERO Shaper® döner alet sistemi ile serum fizyolojik, NaOCl, Klorhex® ve SmearClear kullanımı ile kök ucundan çıkan debris miktarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) ve ortanca (m) değerleri.

HERO Shaper®	Ortalama ± Standart Sapma (ort ± SS)	Ortanca (m)
Serum fizyolojik	0,11 ± 0,10[a*]	0,10
%5,25 NaOCl	0,08 ± 0,14[a]	0,008
Klorhex®	0,01 ± 0,003[b]	0,005
SmearClear	0,14 ± 0,15[a]	0,13

[*] Ayrı harfleri taşıyan gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.
[b] Diğer gruplara göre $P<0,05$

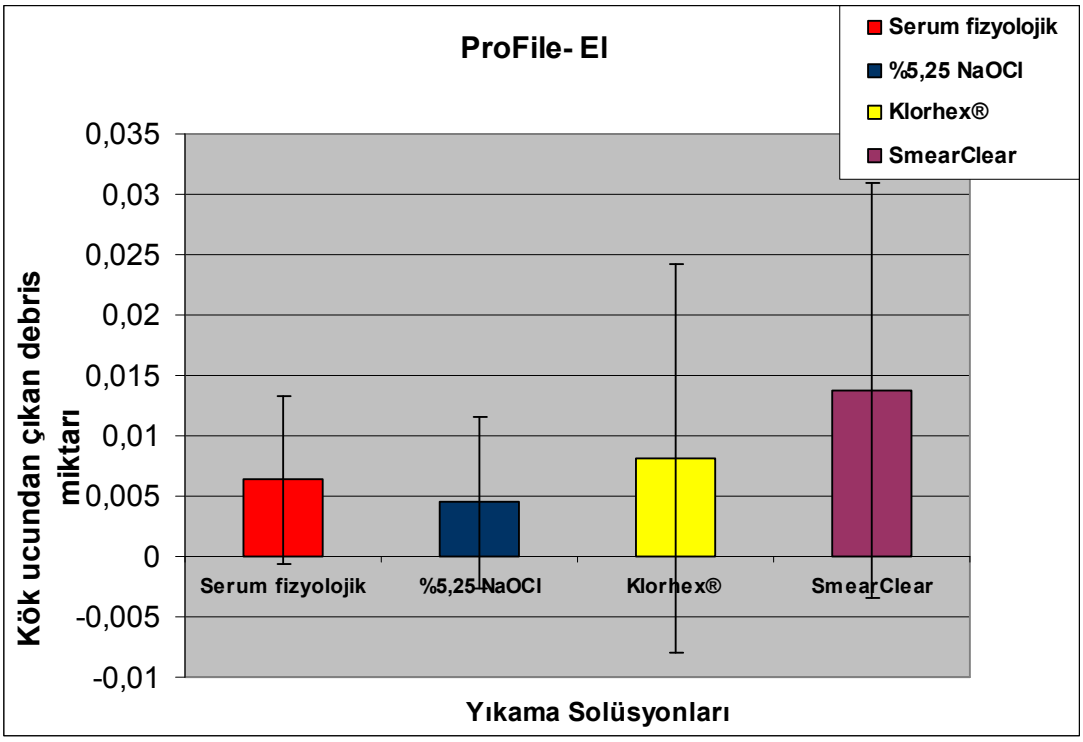


Grafik 3. 9. HERO Shaper® döner alet sisteminin serum fizyolojik, %5,25 NaOCl, Klorhex® ve SmearClear solüsyonları ile birlikte kullanımı sonrasında görülen kök ucundan çıkan debris miktarlarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) değerlerini gösteren grafik.

ProFile eğelerinin elde kullanımı ve farklı dört solüsyon kullanılarak yapılan mekanik preparasyon işlemleri sonrasında gözlenen apikal extrüzyon miktarları karşılaştırılmış ve aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kruskal Wallis=0,45; $P>0,05$) (Çizelge 3. 26 ve Grafik 3. 10).

Çizelge 3. 26. ProFile el ile genişletme yöntemi ile serum fizyolojik, NaOCl, Klorhex® ve SmearClear kullanımı ile kök ucundan çıkan debris miktarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) ve ortanca (m) değerleri.

Profile El	Ortalama ± Standart Sapma (ort ± SS)	Ortanca (m)
Serum fizyolojik	0,006 ± 0,006	0,003
%5,25 NaOCl	0,004 ± 0,007	0,002
Klorhex®	0,008 ± 0,02	0,002
SmearClear	0,01 ± 0,02	0,001

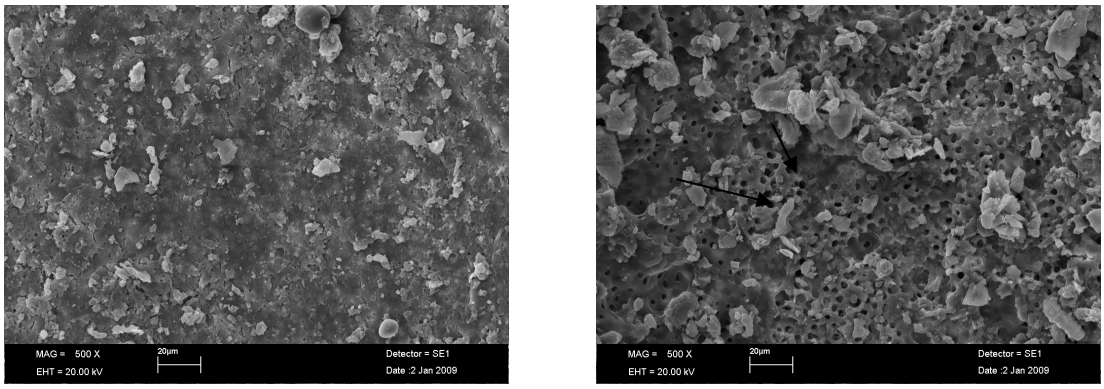


Grafik 3. 10. ProFile el ile genişletme yönteminin serum fizyolojik, %5,25 NaOCl Klorhex® ve SmearClear solüsyonları ile birlikte kullanımı sonrasında belirlenen kök ucundan çıkan debris miktarı sonuçlarının ortalama ± standart sapma (ort ± SS) değerlerini gösteren grafik.

3. 4. Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope, SEM) Bulguları

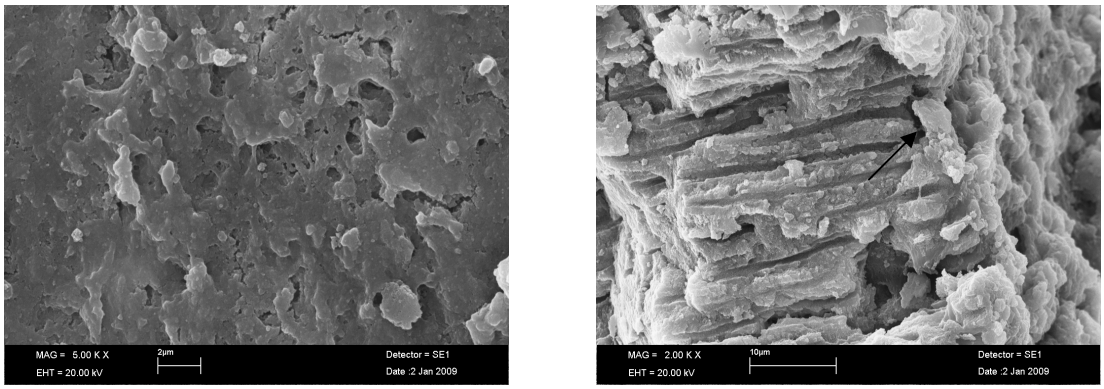
Farklı 4 kanal preparasyon yöntemi kullanımı ve farklı 4 solüsyon ile yıkama sonrasında kök kanal duvarlarında ve kanal içerisindeki debris mikarında meydana gelen değişimler Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope, SEM) kullanılarak değerlendirilmiştir. SEM ile rastgele seçilerek hazırlanan

örneklerin kök kanal duvarlarından çeşitli büyütmelerde (×500-×10000) alınan mikrofotoğraflar aşağıda verilmiştir (Resim 3. 1-18).



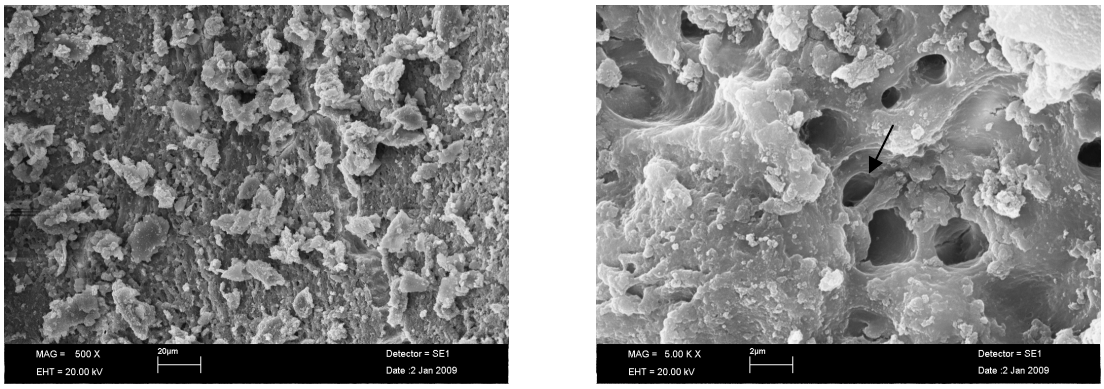
a **b**

Resim 3. 1. ProFile döner alet sistemi ve serum fizyolojik yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte smear tabakası dentin tübüllerini örtmekle beraber bazı bölümlerde açık dentin tübülleri de gözlemlenmiştir (**a.** 20 kV'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



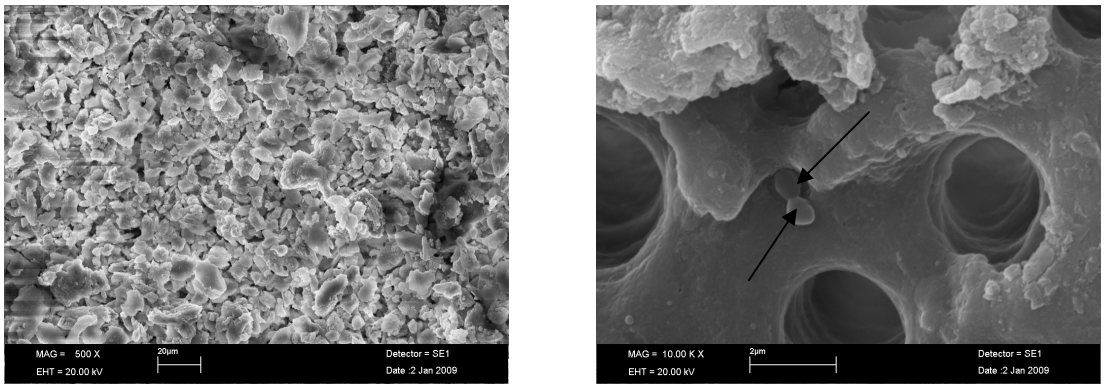
a **b**

Resim 3. 2. ProFile döner alet sistemi ve %5,25'lik NaOCl yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte smear tabakasının dentin yüzeyini kapladığı gözlenmekle beraber dentin tübül ağızlarının kapalı olduğu gözlemlenmiştir (**a.** 20 kV'da ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×2000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



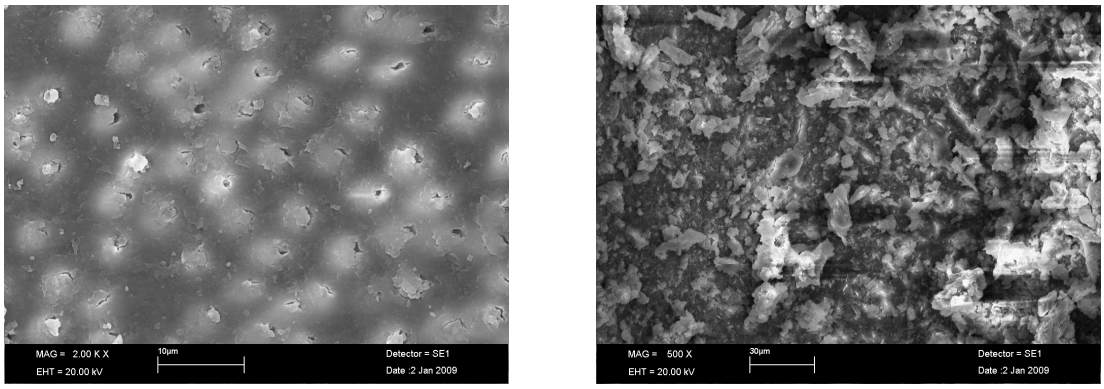
a **b**

Resim 3. 3. ProFile döner alet sistemi ve Klorhex® yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte dentin yüzeyinde debris gözlemlenmekle beraber bazı bölümlerde dentin tübüllerinin açık olduğu da izlenmektedir (**a.** 20 kV'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b**. ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



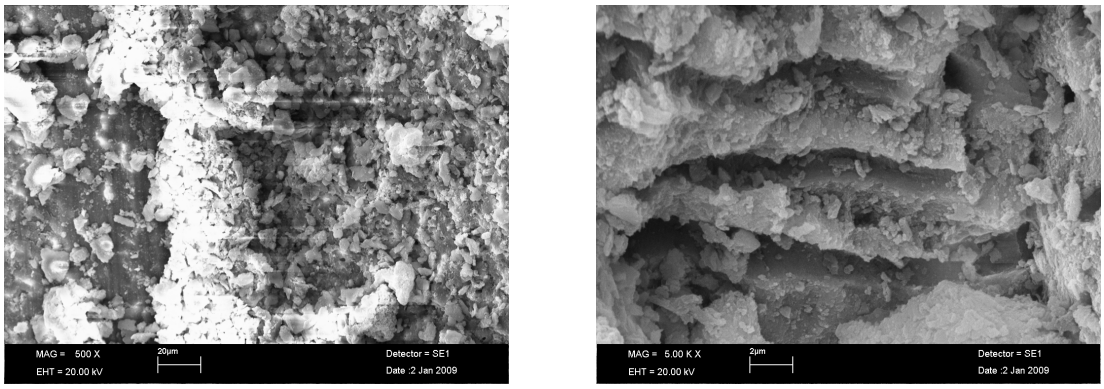
a **b**

Resim 3. 4. ProFile döner alet sistemi ve SmearClear yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte dentin yüzeyine yayılmış durumda debris ve smear tabakası gözlemlenmiştir. Dentin yüzeyinde smear tabakası altında *E. faecalis* mikroorganizmasına rastlanmıştır (**a.** 20 kV'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×10.000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü)



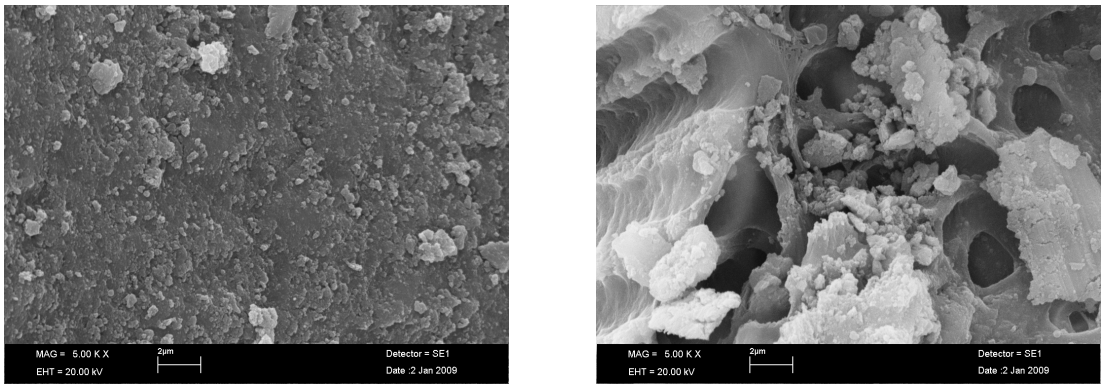
a **b**

Resim 3. 5. K3 döner alet sistemi ve serum fizyolojik solüsyon ile yıkama yapılan gruba ait örnekte dentin tübüllerinin smear tabakası ve debris ile örtülü olduğu gözlenmiştir (**a.** 20 kV'da ×2000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



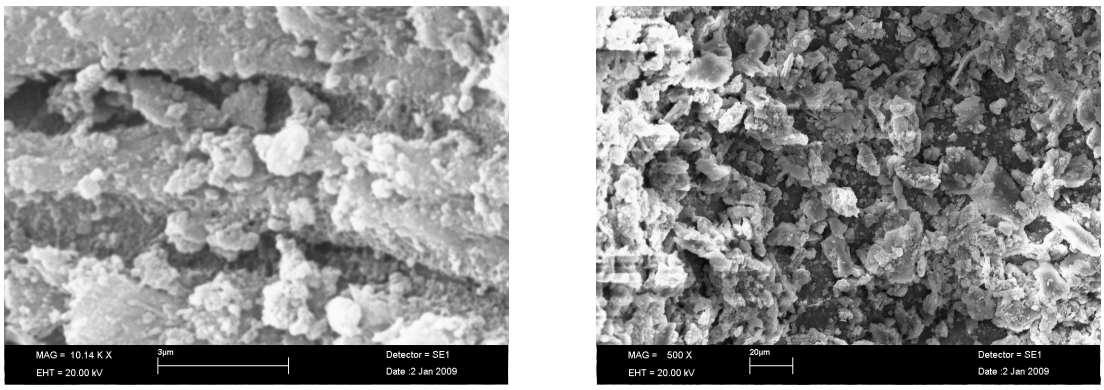
a **b**

Resim 3. 6. K3 döner alet sistemi ve %5,25'lik NaOCl yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte dentin tübüllerini örten smear tabakası ve debris gözlenmektedir (**a.** 20 kV 'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



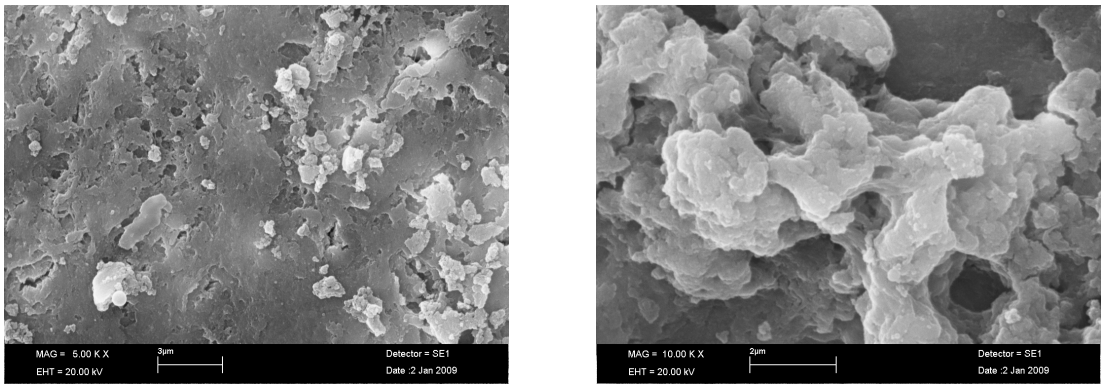
a **b**

Resim 3. 7. K3 döner alet sistemi ve Klorhex® yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte dentin yüzeyini örten smear tabakasına rastlanmıştır. Ayrıca dentin tübülleri nadiren açık olarak gözlemlense bile dentin talaşlarının yüzeye gevşek bir şekilde bağlı olduğu gözlemlenmiştir (**a.** 20 kV'da ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



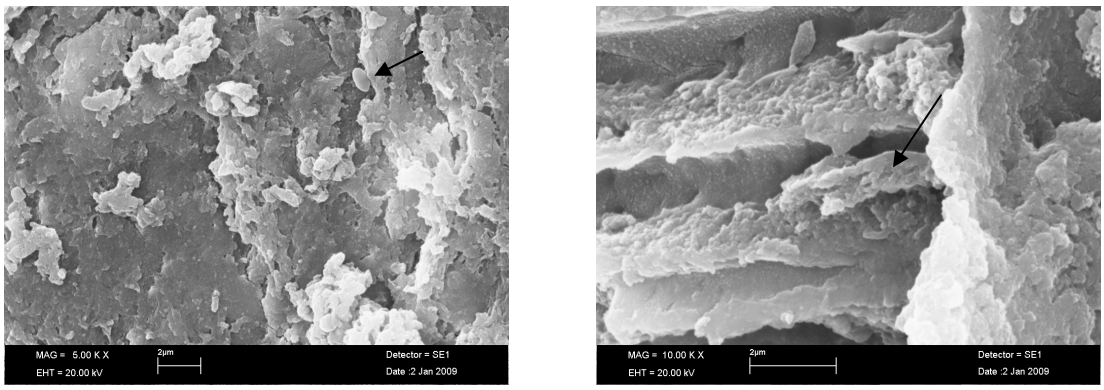
a **b**

Resim 3. 8. K3 döner alet sistemi ve SmearClear yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte debris artıklarının dentin tübülleri içinde daha derine penetre olduğu ve tüm dentin yüzeyini tamamıyla örtmüş olduğu gözlenmiştir. SmearClear yıkama solüsyonu smear tabakasını kısmi olarak parçalamış ancak tam olarak elimine edememiştir (**a.** 20 kV'da ×10.000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü)



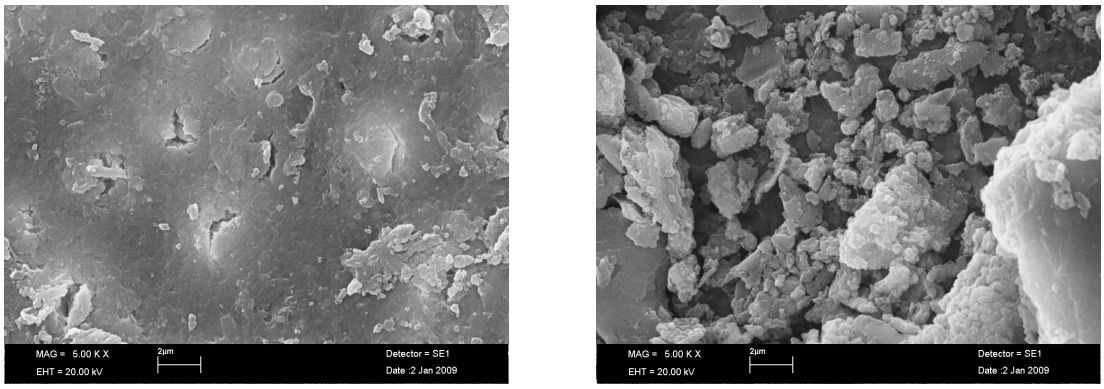
a **b**

Resim 3. 9. HERO Shaper® döner alet sistemi ve serum fizyolojik yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte dentin yüzeyi debrisler ve kalın smear tabakası ile kaplanmış olduğu için dentin tübül ağızları çok nadiren izlenmektedir (**a**. 20 kV 'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×1000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



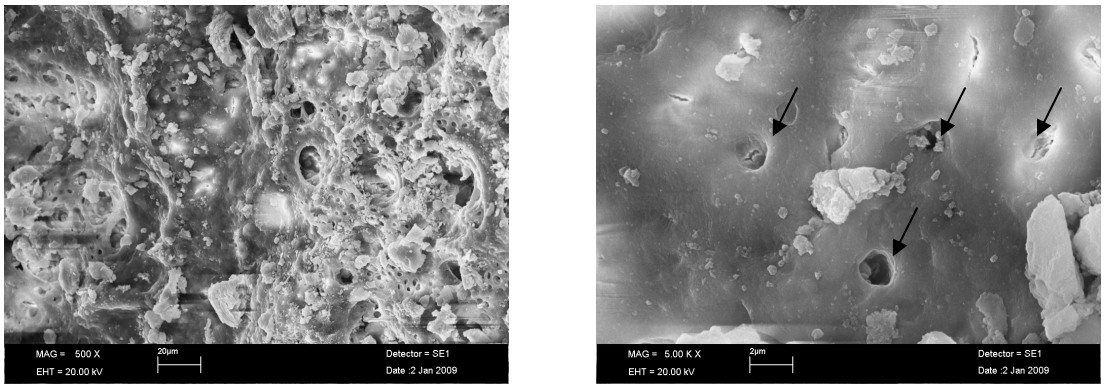
a **b**

Resim 3. 10. HERO Shaper® döner alet sistemi ve %5,25'lik NaOCl yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte smear tabakası tüm yüzeyde bulunurken, smear tabakasının dentin tübüllerinin içine doğru penetrasyonu da gözlenmektedir (**a.** 20 kV 'da ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×10.000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



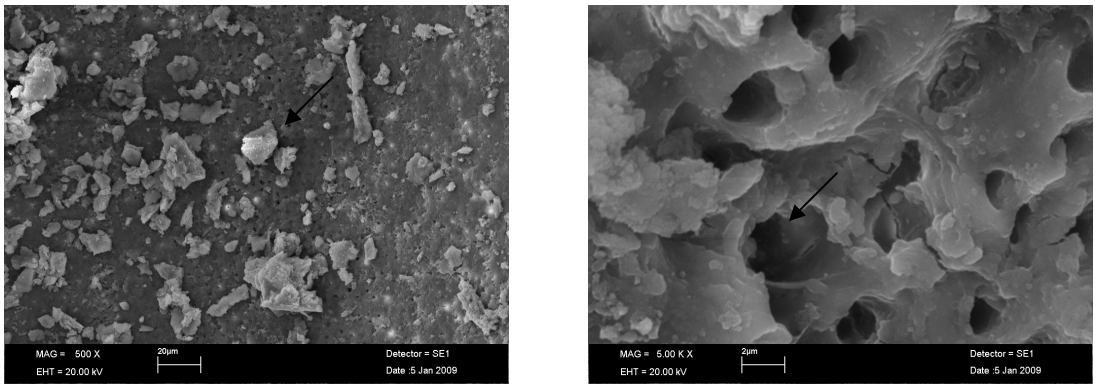
a **b**

Resim 3. 11. HERO Shaper® döner alet sistemi ve Klorhex® yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte smear tabakasının dentin tübül ağızlarını tamamen kapattığı gözlemlenmiştir (**a.** 20 kV'da ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



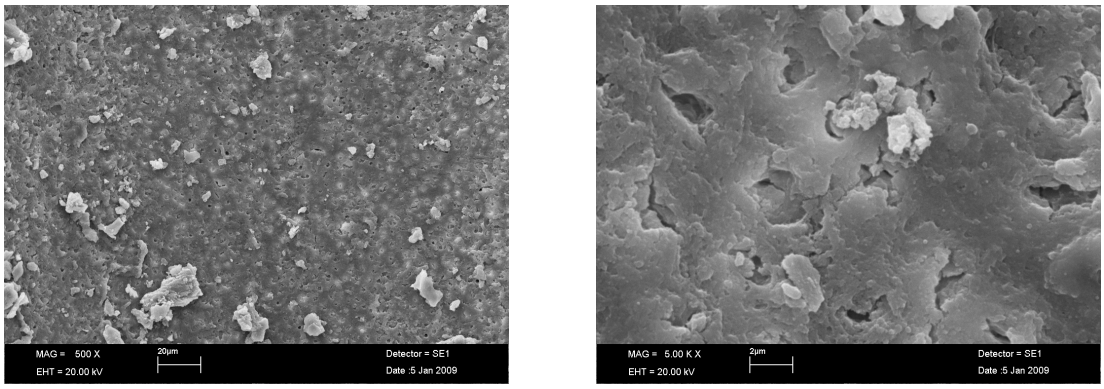
a **b**

Resim 3. 12. HERO Shaper® döner alet sistemi ve SmearClear yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte oluşan smear tabakası tüm dentin yüzeyini kaplamasının yanı sıra açık gibi gözlenen dentin tübüllerinin iç yüzeylerinde dentin talaşları izlenmektedir (**a**. 20 kV'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



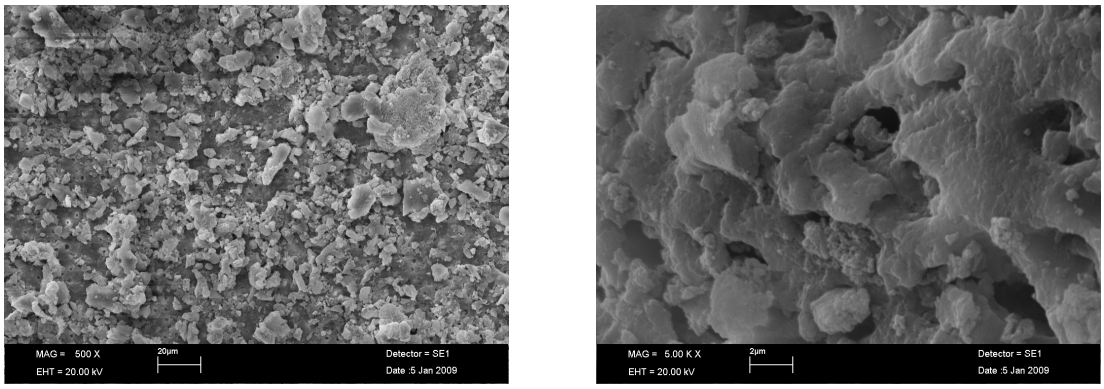
a **b**

Resim 3. 13. El ile şekillendirme yöntemi ve serum fizyolojik yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte dentin talaşlarının yoğun bir şekilde dentin yüzeyini kapladığı gözlenmekle beraber dentin tübül ağızlarının açık olduğu belirlenmiştir (**a.** 20 kV'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



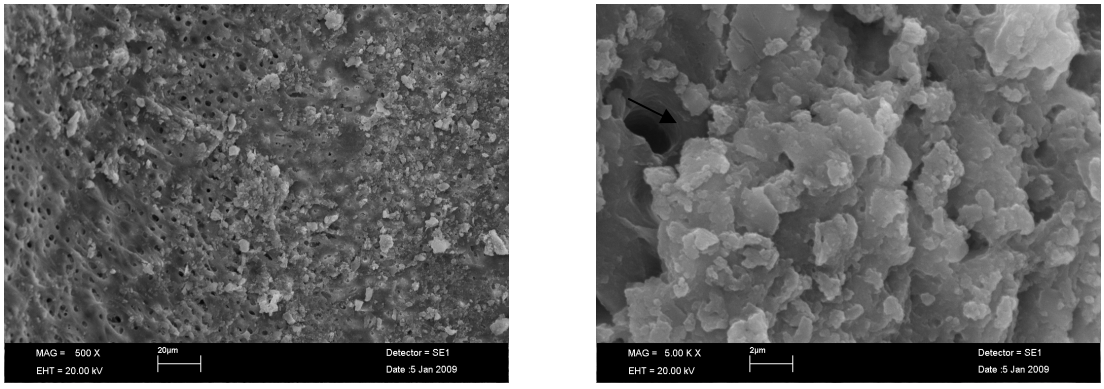
a **b**

Resim 3. 14. El ile şekillendirme yöntemi ve %5,25'lik NaOCl yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte dentin talaşları ve smear tabakasının dentin yüzeyini kapladığı gözlenmekle beraber smear tabakasının dentin tübül ağızlarını da kapattığı gözlemlenmiştir (**a.** 20 kV'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



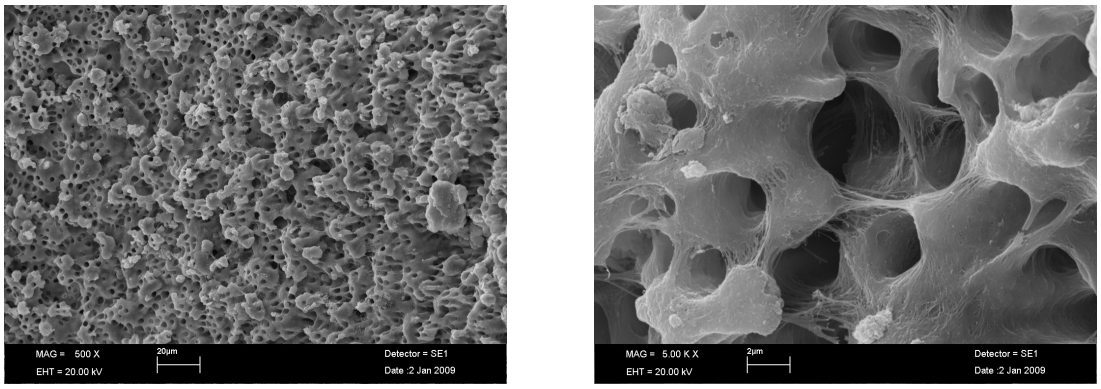
a **b**

Resim 3. 15. El ile şekillendirme yöntemi ve Klorhex® yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte dentin talaşlarının dentin yüzeyini kapladığı gözlenmekle beraber smear tabakasının dentin tübül ağzlarını kısmen kapattığı gözlemlenmiştir (**a.** 20 kV'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



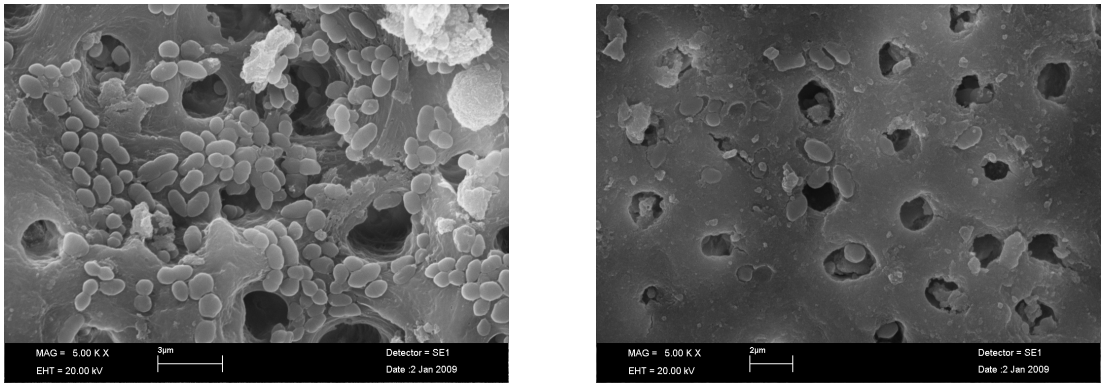
a **b**

Resim 3. 16. El ile şekillendirme yöntemi ve SmearClear yıkama solüsyonu kullanılan gruba ait örnekte smear tabakasının bazı bölgelerde dentin tübül ağızlarını kapattığı gözlemlenmiştir (**a.** 20 kV'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



a **b**

Resim 3. 17. Enfekte edilmek üzere hazırlanan, smear tabakası uzaklaştırılıp steril edilmiş örnekte açık dentin tübülleri gözlemlenmektedir (**a.** 20 kV'da ×500 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).



a **b**

Resim 3. 18. *E. faecalis* ile enfekte edilmiş örnekte dentin tübülleri içinde ve tüm dentin yüzeyinde yoğun bir mikroorganizma varlığı gözlemlenmektedir (**a.** 20 kV'da ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü ve **b.** ×5000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü).

4. TARTIŞMA

Literatürde gerek kök kanal preparasyon yöntemleri ve gerekse irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin *in vivo* ve *in vitro* olarak değerlendirildiği çok sayıda çalışma mevcuttur (Dalton ve ark 1998, Pataky ve ark 2002, Goldsmith ve ark 2002, Sassone ve ark 2003, Slutzky-Goldberg ve ark 2004, Mônika ve Fröner 2006, Khademi ve ark 2006). Preparasyon yöntemleri ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle çekilmiş dişlerden ya da rezin bloklardan yararlanılmış ve farklı preparasyon yöntemlerinin kanal duvarlarını temizlemedeki, bakterileri uzaklaştırmadaki etkinlikleri, çalışma süreleri, preparasyon sırasında oluşabilecek hatalar, kök kanal transportasyonu, uzaklaştırılan madde miktarları, torsiyonel özellikleri ve kırılma dirençleri gibi çeşitli özellikleri değerlendirilmiştir (Lim ve Webber 1985, Baumgartner ve Falkler 1991, Thompson ve Dummer 1997, Siqueira ve ark 1997, Hülsman ve ark 1997, Lumley 2000, Ahlquist ve ark 2001, Card ve ark 2002, Tan ve Messer 2002, Schäfer ve Florek 2003, Ayar ve Love 2004, Guelzow ve ark 2005, Taşdemir ve ark 2005, Uyanık ve ark 2006, Loizides ve ark 2007, Uzun ve ark 2007).

4. 1. Kök Kanal Preparasyonunun Değerlendirilmesi

Bir kanal preparasyonu sırasında eğelerden beklenen asıl özellik şüphesiz ki; dentini kesmesidir. Bu sayede enfekte dentin uzaklaştırılacak ve huni şekilli preparasyon gerçekleştirilecektir (Haapasalo ve ark 2003). Bilindiği gibi, endodontik aletlerin kesici bıçaklarının kesme açısı, eğelerin kesiciliğini ve temizleme etkinliğini etkileyen faktörlerdendir. Pozitif kesme açısına sahip aletler, kök kanal duvarlarında kazıma şeklinde temizleme yapan nötral ve negatif kesme açısına sahip aletlerden daha etkili bir şekilde kesme işlemini gerçekleştirmektedir (Kum ve ark 2006).

ProFile döner alet sisteminin eğeleri, U şekilli bıçaklara ve radial alanlara sahip olduğundan dolayı kesme etkinliğinden çok kök kanal duvarlarının düzenlemektedir. Bu sebeple bu eğelerin temizleme işlemini iyi bir şekilde gerçekleştiremiyeceği iddia edilmiştir (Versümer ve ark 2002). Çalışmamızda, ProFile döner alet kullanımıyla elde edilen dentin partiküllerinin daha büyük olduğunu söylemek mümkündür. Kanımızca bunun sebebi; eğelerin kesitidir. ProFile döner alet sistemi ile hazırlanan örneklerde dentin partiküllerinin boyutlarının

büyüklüğü nedeniyle dentin tübüllerine penetre olamayıp yapılan yıkama işlemiyle nispeten daha kolay ortamdan uzaklaştırılabilmişlerdir. Ayrıca ProFile döner alet sistemi kullanımı sonrasında diğer mekanik preparasyon yöntemlerine oranla 6 ml daha fazla serum fizyolojik solüsyonu ile yıkama yapılmıştır. Bunun sebebi ise bu sistemin koronalden apikale doğru eğelerini kullanırken firmanın önerdiği aletleri kullanma sıralaması ve 0.06/25 açılı ve numaralı aletin önce koronal 1/3'de sonra koronal 2/3'lük kısımda kullanılması nedeniyledir. Bu da mikroorganizma eliminasyonunun diğer gruplara oranla daha fazla gerçekleşmesinin bir nedeni olabileceği düşünülmüştür.

Kanal aletlerinin kor yapısının debris kaldırmada önemli bir rolü olduğu daha önce yapılmış çalışmalarda belirtilmiştir (Schäfer ve Vlassis 2004, Schäfer ve ark 2006). K3 döner alet sisteminin eğelerinin çapraz kesitleri çalışmamızda kullanılan diğer döner alet sistemlerinin eğelerinin çapraz kesitleri ile karşılaştırıldığında daha büyük kor yapısına sahip oldukları bilinmektedir (SybronEndo, West Collins, CA, Amerika). Bu büyük kor yapısı sebebiyle kanal duvarları ile kanal aleti arasında çok az bir alan kalmaktadır ve kanımızca bu durum aletin bıçaklarının debris kaldırmada ve koronal yönde uzaklaştırmada etkin olamaması sonucunu doğurmaktadır.

K3 döner aletleri 3 adet radial alana sahiptir ve bu tasarım sebebiyle temizleme etkinliği azalabilir. Her ne kadar literatürde K3 ve ProFile döner alet sistemlerinin temizleme etkinliklerini karşılaştıran bir çalışmaya rastlayamasak da; 3 kesici bıçağı ve negatif kesme açısına sahip olmasıyla ProFile döner alet sistemine oldukça benzeyen FlexMaster (VDW, Münih, Almanya) sisteminin K3 döner alet sistemiyle karşılaştırıldığı bir çalışma mevcuttur. Söz konusu çalışmada; K3 döner alet sisteminin sahip olduğu radyal alanlar sebebiyle FlexMaster döner aletlerine oranla daha az temizleme etkinliğine sahip olduğu belirtilmiştir (Schäfer ve Lohmann 2002).

HERO Shaper® döner alet sistemi ise, pozitif kesme açılı eğelere sahiptir. Bu sebeple dentini etkili bir şekilde kesebileceği düşünülmektedir. Fakat bu sistemin kullanıldığı preparasyon etkinliğinin diğer sistemlerle karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği bir çalışma da ne yazık ki literatürde mevcut değildir.

Günümüze dek yapılan pek çok çalışmada kök kanal temizleme ve şekillendirme işlemlerinin hangi noktada yeterli olacağına dair çeşitli görüşler öne sürülmüştür. Haga (1968), orijinal kanaldan 2 numara daha büyük eğe ile tamamlanacak bir kanal preparasyonunun yetersiz olacağını göstermiştir. Gutiérrez ve Garcia (1968) ise kök kanalının çapının kullanılacak alet çapından daha büyük olması halinde, temizleme işleminin yetersiz kalacağını, bu nedenle de kök kanal çapının enstrumantasyon öncesi mutlaka ölçülmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Walton (1976), bir histolojik çalışmada, 3 numara daha büyük eğeye kadar şekillendirilen kanalda tam bir temizleme meydana gelmediğini bildirmiştir. Tan ve Messer (2002) ise, *in-vitro* bir çalışmada paslanmaz çelik alet ve Ni-Ti döner aletler kullanarak kök kanal boşluğunda kalan pulpa artıkları ve debris kalıntılarını, alınan kesitlerde ışık mikroskobu kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuçta iki sistemin de kök kanalını temizlemede tamamıyla etkin olmadığı sonucuna varmışlardır. Siqueira ve ark (1997) ise, 5 farklı enstrumantasyon tekniği kullanarak kök kanalının (apikal bölümünün) temizliğini histolojik olarak değerlendirmişlerdir. Hiçbir tekniğin tamamıyla kök kanalından debris uzaklaştırılmasını sağlayamadığını ve bunun kök kanal anatomisindeki varyasyonlara bağlı olabileceğini bildirmişlerdir. İşte bu noktada yapılacak olan etkin bir kanal içi yıkama işlemi büyük önem taşır.

4. 2. Kanal İçi Yıkamanın Değerlendirilmesi

Günümüze dek kullanılan çeşitli kök kanal yıkama solüsyonları ile yapılan *in-vivo* ve *in-vitro* çalışmalarda ise; solüsyonların dentin üzerindeki debrisi uzaklaştırma özellikleri, dentin sertliğine etkileri, diş yüzey gerilimi üzerine etkileri ve antimikrobiyal özellikleri değerlendirilmiştir (Goldsmith ve ark 2002, Sassone ve ark 2003, Ari ve ark 2004, Slutzky-Goldberg ve ark 2004, Eldeniz ve ark 2005, Mônika ve Fröner 2006, Khademi ve ark 2006).

Kök kanalının şekillendirilmesi sırasında pulpa dokusu ve dentin partiküllerinden oluşan smear tabakasının, kök kanal duvarlarını kapladığı ve dentin tübüllerinin içine kadar uzandığı bilinmektedir. Bu tabakanın kalınlığı yaklaşık 1-2 µm olmakla birlikte, dentin tübülleri içine yer yer uzanan kısmı 40 µm derinliğe kadar ulaşabilir (Mader ve ark 1984). Smear tabakası ayrıca bakteri içerebilmektedir (Hülsmann ve ark 1997). Kök kanal preparasyonu sonucunda oluşan smear

tabakasının kırılgan bir yapıda olduğu ve dentin tübüllerine gevşek olarak tutunduğu da bazı araştırıcılar tarafından bildirilmiştir (Mader ve ark 1984).

Kök kanal şekillendirilmesi sırasında meydana gelecek olan kalın ve homojen olmayan bir smear tabakası, hiç kuşkusuz ki, kök kanalı içindeki mikroorganizmaların etkin bir şekilde uzaklaştırılmasını engelleyebilecek ve kök kanalının tamamıyla tıkanmasına da neden olacaktır (Petschelt ve ark 1987, West ve ark 1994). Bu nedenledir ki; inorganik ve organik smear tabakasının uzaklaştırılmasının şart olduğu düşünülmüş ve bu amaçla da antibakteriyel yıkama solüsyonları ile birlikte çeşitli şelasyon ajanlarının kullanımı önerilmiştir (West ve ark 1994, Hülsmann ve ark 1997, Gambarini ve ark 1999, Grandini ve ark 2002). Bizim çalışmamızda ise, her eğe kullanımı sonrası sadece serum fizyolojik solüsyonu ile gerçekleştirilen yıkama işlemi ve son yıkama solüsyonu olarak da sadece bir çeşit ya antibakteriyel ya da şelasyon ajanı özelliğine sahip solüsyonunun kullanılması nedeniyle hem smear tabakasının ve dolayısıyla da tümüyle mikroorganizmaların kanal içersinden uzaklaştırıldığını düşünmek yanlış olur.

4. 3. Kanal İçi Dezenfeksiyonun Değerlendirilmesi

Kök kanallarının dezenfeksiyonunu değerlendiren çalışmalarda genel olarak çekilmiş insan ya da sığır dişleri kullanılmıştır (Komorowski ve ark 2000, Schäfer ve ark 2005, Khademi ve ark 2006). Zira hem organik hem de inorganik kısımlardan oluşan ve tübüler yapıda olan dentin dokusunu taklit edebilen standart bir model bulunmamaktadır (Carter ve ark 1983). Genelde sığır dişleri, hızlı elde edilebilmesi ve deneysel işlemlerin kolaylıkla yapılmasına imkân veren geniş boyutları nedeniyle tercih edilmektedir, ancak Nakamichi ve arkadaşları 1983 yılında yaptıkları insan ve sığır dentinini karşılaştırdıkları çalışmalarında sığır koronal dentinin daha geniş dentinal tübüller içerdiğini bildirmişlerdir. Sığır dentininin bu özelliği nedeniyle, koronal dentin bölgesine daha fazla mikroorganizmanın penetre olabileceği fikrinden yola çıkılarak; çalışmamızda kliniğe daha uygun sonuçlar alınabilmesi açısından çekilmiş insan dişleri kullanılmış ve farklı mekanik preparasyon yöntemleri ile birlikte kullanılan farklı yıkama solüsyonlarının kök kanallarından bakterileri uzaklaştırma etkinlikleri değerlendirilmiştir.

Hiç kuşku yok ki, insan dişi kullanılarak yapılan çalışmalarda örneklerin standardizasyonu önemli bir problemdir. Yaş, anatomik varyasyonlar, çekim sonrası geçen süre ve dişlerin bekletilme ortamı gibi çok sayıda değişkenin varlığı, bir dişin diğeriyle aynı özellikleri göstermesine engel olabilmektedir. Yapılan çalışmalar dentinin yaşla birlikte mineral içeriğinde bir artış olduğunu ve bunun tübül lümenlerinin dolması veya tam olarak tıkanmasına bağlı olarak geliştiğini göstermiştir (Miller ve ark 1971, Tronstad 1973). Yapılan bir taramalı elektron mikroskop çalışması ise dentin tübül miktarının artan yaş ile birlikte ve özellikle de apikal bölgeye gidildikçe azaldığını bildirmiştir (Carrigan ve ark 1984). Çalışmamızda kullanılan insan dişlerinin, çekildiği bireylerin yaşı, cinsiyeti hakkında elimizde herhangi bir bilgi bulunmadığından, daha doğru bir değerlendirme yapabilmek amacıyla diş grupları oluşturulurken aşınmamış ve aynı büyüklükte dişler seçilmiş (Eldeniz 2003) ve daha yaşlı bireylerden çekildiği düşünülen aşınma görülen dişler çalışma haricinde tutulmuştur. Bakterilerin genç bireylerin dişlerinde daha yaşlı bireylerin dişlerine göre hem daha fazla miktarda dentin tübüllerine yerleşebildikleri hem de daha derinlere penetre olabildiği son dönemde yapılan bir çalışmada da gösterilmiştir (Kakoli ve ark 2009).

Yine önceden yapılmış bir başka çalışmada kök ucundaki lateral kanalların ve ramifikasyonların varlığı bilgisayarda Hess modeli kullanılarak, kök ucundan 1, 2, 3 ve 4 mm uzaklıkta kesitler alınarak değerlendirmiştir. Sonuç olarak kök ucunun 3 mm kesilerek uzaklaştırılması sonrasında lateral kanalların %93 oranında azaltılabildiği bildirilmiştir (Vertucci 1984). Bu nedenle çekilmiş insan dişleri kullanılan çalışmamızda preparasyon ve yıkama işlemleri sonrasında kök kanal lümeninden dentin örnekleri alınmadan önce kök ucu 3 mm kesilip uzaklaştırılmıştır. Böylelikle, dişler arasında standardizasyon sağlanmaya çalışılmış ve dişlerde mevcut olan farklı sayılardaki lateral kanallarda ve apikal deltalarda bulunan mikroorganizmaların alınacak sonuçlar üzerinde etkili olmasına engel olunmuştur.

Diş örneklerinin dış yüzeyleri işlem öncesi tırnak cilası ile kaplanmıştır. Tırnak cilasının içeriğinde antibakteriyel özelliğe sahip bazı maddeler bulunabilir. Fakat söz konusu etkinin gözardı edilebilecek ölçüde önemsiz olduğu daha önce bildirilmiştir (Haapasalo ve Ørstavik 1987).

Dişlerden elde edilen dentin talaşlarının besi yerlerine ekilmesiyle dişlerdeki canlı kalan bakterilerin belirlenmesi yöntemi literatürde "dentin modeli" olarak geçer ve şimdiye kadar çeşitli şekillerde modifiye edilerek birçok araştırıcı tarafından kullanılmış, başarısı kanıtlanmış bir değerlendirme yöntemidir (Ørstavik ve Haapasalo 1990, Tanrıverdi ve ark 1997, Heling ve Chandler 1998, Peters ve ark 2001, Saleh ve ark 2004, Eldeniz ve ark 2007). Bu teknik ile dişlerden alınan dentin talaşlarının besi yerine ekimi sonrasında elde edilen koloni sayım sonuçlarını ve histolojik kesitlerden elde edilen veriler arasındaki ilişkiyi değerlendiren bazı araştırıcılar yöntemler arasında fark olmadığını ve her iki yöntemin de aynı sonucu verdiğini bildirmişlerdir (Ørstavik ve Haapasalo 1990). Bununla birlikte, çalışmalarının SEM örneklerinde *Pseudomonas aeruginosa*'ya rastlayamayan araştırıcılar, frezle alınan dentin talaşlarında bu bakteriyi de belirleyebilmişlerdir. Bunun nedenini de, mikroskop altında ancak dentinin çok küçük bir alanı gözlemlenebilirken, hassas bir kültür tekniği uygulandığında miktarı ne kadar az olursa olsun kök kanalının derin kısımlarına penetre olmuş tüm mikroorganizmalara ulaşabilmenin mümkün olması olarak göstermişlerdir (Ørstavik ve Haapasalo 1990).

Peters ve ark (2001) apikal periodontitis teşhisi konulmuş bireylerden çekilen dişlerin kök kanal dentininden alınan örneklerde pulpaya yakın kısımdaki dentin örneklerinin %81'inde, semente yakın kısımda ise %62'sinde bakteri bulunduğunu bakteri sayımı yaparak ve histolojik olarak göstermişlerdir. Sonuç olarak dentin talaşlarının steril frezler ile toplanıp besi yerlerine ekim yapılması yöntemi ile kök dentini enfeksiyonlarının, kanal içi dezenfektanların ve dolguların etkinliğinin tam olarak değerlendirilebileceğini ve bakterileri belirlemede kültür tekniğinin, histolojik inceleme yönteminden daha hassas bir metot olduğunu savunmuşlardır.

Bu tekniğin yukarıda belirtildiği gibi histolojik inceleme yöntemleri kadar hassas olması nedeniyle, çalışmamızda da dişler çeşitli preparasyon teknikleri ve yıkama solüsyonları kullanılarak şekillendirildikten sonra kök kanalının duvarlarından Gates-glidden frezleri ile dentin talaş örnekleri alınmış, sulandırıldıktan sonra besi yerlerine ekimlerini takiben bakteri koloni sayımları yapılarak etkinlikleri belirlenmiştir.

Yapılan pek çok endodontik çalışmada; kök kanalında yapılan çeşitli işlemler sonrası kalan bakteri miktarının değerlendirilmesinde örnekler kağıt konlar ile

alınmıştır. Oysaki söz konusu metot dentin tübüllerine tutunan ve tübül içersinde kalan mikroorganizmaların değil sadece uzaklaştırılabilmiş bakterilerin değerlendirilebilmesine izin vermekte ve bu tip örnekleme yoluyla her zaman mikroorganizma ile karşılaşılabilmektedir (Card ve ark 2002, Falk ve Sedgley 2005). Öte yandan, dentin talaşı elde edilmesi ve bunun kültürünün yapılması ile gerçekten kök kanalında dentin tübülleri içinde kalan mikroorganizmalarin tespiti mümkün olmaktadır (Peters ve ark 2001, Eldeniz ve ark 2007). Önceki bazı çalışmalarda (Tanrıverdi ve ark 1997, Eldeniz ve ark 2007) işlem sırasında Gates-glidden frezlerin kullanımı neticesinde dentinde aşırı ısınma görülebileceği ve bu ısının da bakterileri öldürebileceği görüldüğünden, bu çalışmalarda da, örnekler dentin talaşı alınmadan önce buzdolabında -27^{o}C de 1 saat süreyle bekletilerek soğutulmuştur.

Daha önce yapılan çalışmalarda 3 haftalık inkübasyon dönemi sonucunda *E. faecalis* mikroorganizmalarının dentin tübüllerinde 300–400 μm derinliğe kadar ilerleyebildikleri gösterilmekle beraber daha uzun süre sonunda daha fazla dentin tübülü enfeksiyonu sağlanabileceği fakat tübüllere giren bakterilerin tübül içinde çok daha yavaş ilerleyebildikleri de bildirilmiştir (Akpata ve Blechman 1982, Haapasalo ve Ørstavik 1987, Kho ve Baumgartner 2006). Bu nedenle çalışmamızda kök kanallarında bakteri kolonizasyonunun kliniğe en uygun ve en güvenilir şekilde taklit edilebilmesi için tüm örnekler mikroorganizma ile 21 gün boyunca kontamine edilmiştir. Bu süre sonunda mikroorganizmaların dentin tübülleri içine yeterince girmesi neticesinde derin dentin enfeksiyonu oluşturması sağlanmıştır. Ancak aldığımız sonuçlar daha önce kök kanal el aletleri kullanılarak yapılan preparasyon tekniklerinin *E. faecalis* eliminasyonuna etkisini *in vitro* olarak değerlendiren çalışmaya benzerlik göstermektedir (Pataky ve ark 2002). Kullanılan teknikler bakteri sayısını belirgin şekilde azaltsa bile tam olarak elimine edememiştir.

Aydın ve ark (2007), kök kanalını şekillendirme işlemi bittikten sonra kanal içini steril salin ile doldurarak ve 15 numaralı eğe ile çevresel olarak eğeleyerek dentin talaşı açığa çıkmasını sağlamışlardır. Sonrasında kağıt kon kullanarak kök kanalından örnek toplanmış ve bakterilerin koloni sayımı yapılmıştır. Bu tür bir uygulama ile kök kanalının tüm duvarlarına eşit bir şekilde ulaşılamayacağı düşünüldüğü için kök kanalından dentin talaşı elde ederken bizim çalışmamızda Gates-gliddden frezler tercih edilmiştir.

Deneyimiz sırasında tüm preparasyon sistemleri kullanılırken eşit dentin kaldırılması amacıyla aynı numara ve açıdaki aletler dişin aynı bölgesinde kullanılmıştır. Bu sayede hem preparasyon esnasında dişten kaldırılan dentin miktarı hem de Gates-glidden frezler ile mikrobiyal değerlendirme için alınan dentin örneği miktarı tüm dişlerde eşitlenebilmiştir. Böylece dişlerden eşit miktarlarda dentin örnekleri elde edilebilmesi için önceki diğer çalışmalardaki gibi örnekleme esnasında hassas terazi kullanılmasına da gerek kalmamıştır (Tanrıverdi ve ark 1997, Eldeniz ve ark 2007).

Dunavent ve ark 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında endodontik yıkama solüsyonlarının *E. faecalis* biyofilmi üzerine etkinliğini incelemişlerdir. Biyofilm modelinin antimikrobiyal etkinliğin değerlendirilmesinde nispeten yeni ve klinik olarak uygun bir yöntem olduğu şüphesizdir, ancak bizim çalışmamızda yıkama solüsyonlarının tek başlarına değil, farklı mekanik preparasyon sistemleri ile birlikte değerlendiriliyor olması ve ne yazık ki kök kanallarında biyofilm oluşturmak için laboratuarda gerekli ekipmana sahip olmayışımız nedeniyle bu yöntem tarafımızdan tercih edilmemiştir. Nitekim literatürde de şimdiye kadar biyofilm yöntemi kullanılarak endodonti alanında yapılmış çalışma sayısı oldukça azdır (Ozok ve ark 2007, Huang ve ark 2008, Kishen ve ark 2008)

4. 4. Seçilen Mikroorganizmanın Değerlendirilmesi

E. faecalis'ler genellikle başarısız kök kanal tedavisi sonrasında kök kanallarından sıklıkla izole edilen ve kök kanallarında diğer bakterilerin desteği olmadan tek başına yaşayabilen bir türdür (Fabricius 1982, Sundqvist ve ark 1998, Dahlén ve ark 2000). Bunlara ek olarak *E. faecalis*'lerin oluşturdukları endodontik enfeksiyonlar, bu mikroorganizmaların ortamdan uzaklaştırılmaları zor olduğu için problem teşkil etmektedir (Engström ve Frostell 1964). Bu mikroorganizmaların kanallarda etkili bir kemomekanik temizlik yapılmasına rağmen kanallardan yine de izole edilebildiği bilinmektedir (Byström ve Sundqvist 1981, 1983 ve Byström ark 1985). Yapılan birçok çalışmada kanal içinde kullanılan birçok yıkama solüsyonlarına ve çeşitli medikamentlere dirençli oldukları da gösterilmiştir (Byström ve ark 1985, Haapasalo ve Ørstavik 1987, Ørstavik ve Haapasalo 1990, Weiger ve ark 1995). Kök kanallarını enfekte eden *E. faecalis* (Akpata ve Blechman 1982, Haapasalo ve Ørstavik 1987, Ørstavik ve Haapasalo 1990), bu şekilde

kemomekanik preparasyona ve kanal içi medikamentlere rağmen dentin tübüllerinin derinliklerine girerek canlı kalıp, tübüller içinde koloni oluşturup, kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra bile tekrar kanal içinde enfeksiyon oluşturabilmektedir (Portenier ve ark 2003, Sedgley ve ark 2005a). Bu nedenle kök kanal tedavisi sonrasında görülen tekrarlayan ya da inatçı enfeksiyonlardan sorumlu tutulur ve birçok çalışmada başarısız kök kanal tedavisi geçirmiş dişlerin kök kanallarından en çok izole edilen mikroorganizmadır (Sundqvist ve ark 1998, Dahlén ve ark 2000, Rôças ve ark 2004, Stuart ve ark 2006). Bunun nedenleri arasında bu mikroorganizmaların farklı beslenme ve çevresel koşullara kolaylıkla adapte olabilmesi ve dentin tübülleri içinde çoğalmayı sürdürmesi sayılabilir (Portenier ve ark 2003, Kayaoğlu ve Ørstavik 2004).

Bu nedenledir ki; çalışmamızda farklı kök kanal preparasyon yöntemlerinin ve yıkama solüsyonlarının bakterileri uzaklaştırmadaki etkinliklerinin değerlendirilmesinde kanal içersindeki en inatçı mikroorganizmalardan olan *E. faecalis* ile enfekte edilmiş dişlerin kullanımı tercih edilmiştir.

4. 5. Mikrobiyal Eliminasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan birçok çalışma neticesinde, kök kanalı şekillendirmede sağlanan tüm teknolojik gelişmelere rağmen hâla daha antimikrobiyal olmayan yıkama solüsyonu kullanılarak yapılan kök kanalı temizleme ve genişletme işlemleri ile bakterilerin tamamıyla elimine edilemediği gösterilmiştir (Byström ve Sundqvist 1981, Dalton ve ark 1998). Kaldı ki, antimikrobiyal yıkama solüsyonu kullanılarak yapılan mekanik preparasyon işlemleri sonrasında dahi tam bir sterilizasyon sağlamak ne yazık ki mümkün olmamaktadır (Byström ve Sundqvist 1983, Card ve ark 2002). Byström ve Sundqvist (1981, 1983), antimikrobiyal yıkama solüsyonu kullanmadan yaklaşık %20, antibakteriyel yıkama solüsyonu kullanımı ile ise %80 oranında bakteriden arındırılmış kök kanalları elde edilebildiğini bildirmiştir.

Bizim çalışmamızda, *E. faecalis* ile kontamine edilmeden önce dişlerin smear tabakasının %5,25'lik NaOCl ve %17'lik EDTA solüsyonu kullanılarak uzaklaştırılmasına bağlı olarak mikroorganizmaların dentin tübüllerine penetrasyonun arttığını ve derin dentin enfeksiyonlarının oluştuğu düşünülmektedir. Smear tabakasının uzaklaştırılmasıyla *E. faecalis* kontaminasyonunun daha fazla

olacağı bilinmekle beraber (Dunavant ve ark 2006), kanal preparasyonu sonrasında oluşan smear tabakasının bakteri eliminasyonunda daha önemli rol oynadığı kararına varılmıştır. Bilindiği üzere NaOCl solüsyonu smear tabakasının sadece organik kısmı üzerine etkili bir solüsyon iken, Klorheksidin glukonat solüsyonunun smear tabakası üzerinde bilinen herhangi bir etkinliği yoktur (Cathro 2004, Naenni ve ark 2004). Bu nedenle çalışmamızda bulunan derin dentin tübülleri içine yerleşmiş bakteriler ile solüsyonlar arasında bir bariyer olarak işlev gören, şekillendirme esnasında oluşan smear tabakasının elde edilen sonuçta katkısı olduğu açıktır.

Örneklerden alınan SEM görüntüleri incelendiğinde tüm test solüsyonlarının smear tabakasını tek başına tamamıyla uzaklaştıramadığını söylemek mümkündür. Bu sebepledir ki, antibakteriyel veya şelasyon özelliğine sahip test solüsyonlarının kısa süreli antimikrobiyal etkinliğini değerlendirmiş olduğumuz çalışmamızın sınırları dâhilinde aralarında bir farklılık bulunamadığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda kontrol yıkama solüsyonu olarak serum fizyolojik solüsyonu kullanılmıştır. Serum fizyolojik solüsyonunun antibakteriyel özelliği bulunmamasına rağmen mekanik preparasyon sırasında yıkama etkisi ile debrisi uzaklaştırdığı için kök kanalında bulunan bakteri sayısını azaltmaktadır (Kuruvilla ve Kamath 1998). Bizim bulgularımıza göre, serum fizyolojik solüsyonu diğer solüsyonlarla karşılaştırıldığında bakteri sayısını azaltmadaki etkinliği diğer solüsyonlardan farksız bulunmuştur. Bu sonuç diğer çalışmalarla alınan sonuçları destekler yönde değildir (Siqueira ve ark 1997, Siqueira ve ark 2000). Bu da antibakteriyel özellikteki yıkama solüsyonlarının düşük hacimlerde uygulanmasından ve smear tabakası varlığına bağlı olarak tübüllere solüsyonların ulaşamamasından kaynaklanabilir.

Ringel ve ark (1982) yaptıkları *in-vivo* bir çalışmada %2,5'lik NaOCl'ün %0,2'lik klorheksidin glukonat solüsyonundan daha fazla antibakteriyel etkinliğe sahip olduğunu görmüşlerdir. Kök kanallarının genişletme işlemi sırasında kullanılan test solüsyonlarının miktarı kesin olarak verilmemekle beraber sonrasında 25 ml steril distile su kullanıldıktan sonra kök kanallarından örnek alınmıştır. Bu miktar bizim çalışmamızda kullandığımız solüsyon miktarından çok daha fazladır. Çalışmamızda K3 ve HERO Shaper® döner alet sistemleri ile preparasyon sırasında kullanılan serum fizyolojik solüsyon miktarı 10 ml ve test edilen yıkama solüsyonu ise 3 ml olmak üzere toplamda 13 ml yıkama solüsyonu kullanılmıştır. ProFile döner

alet sistemini kullandığımız iki grupta ise preparasyon sırasında kullanılan serum fizyolojik solüsyon miktarı 16 ml ve test edilen yıkama solüsyonu ise 3 ml olmak üzere toplamda 19 ml yıkama solüsyonu kullanılmıştır. Bu sebeple çalışmamızda kullandığımız test solüsyonlarının [(serum fizyolojik, %5,25 NaOCl, Klorhex (%2 klorheksidin glukonat) ve SmearClear solüsyonları)] miktarları çok az olduğu için de antibakteriyel etkinlikleri açısından bir farklılık bulunamamıştır.

Jeansonne ve White (1994), %5,25 NaOCl ve %2 klorheksidin glukonatın antibakteriyel etkinliğini işlem öncesi ve sonrası alınan kültür ile değerlendirmişlerdir. Preparasyon işlemi sırasında her eğe arasında 1 ml, eğeleme işlemi bitiminden sonra da 3 ml test solüsyonu kullanmışlardır. Buna göre %2'lik klorheksidin glukonat, sodyum hipoklorite benzer bir etkinlik göstermiştir. Bu çalışmada smear tabakası uzaklaştırılamadığı için aynı miktarda kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin sınırlı olduğu gösterilmiştir ve bu sebeple alınan sonuçlar çalışmamızda alınan sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Özgey ve ark (2000), EDTA ve sodyum hipoklorit solüsyonlarının ardı ardına kullanımının en antibakteriyel yöntem olduğunu gözlemişlerdir. İrrigasyon miktarının fazla olması ve tekrarlayan irrigasyon ile debris ve mikroorganizma uzaklaştırmanın daha etkili olduğu da Baker ve ark (1975) tarafından bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise ProFile eğeleri kullanılan gruplarda toplam 19 ml, diğer döner alet sistemlerinde ise 13 ml yıkama solüsyonu kullanılmıştır (Her eğe arasında 2 ml serum fizyolojik, son yıkama solüsyonu olarak ise deney solüsyonu 3 ml). Bu miktar, diğer *in-vitro* çalışmalarda uygulanan son yıkama solüsyonu miktarından daha azdır (Özgey ve ark 2000, Pataky ve ark 2002).

Yıkama solüsyonunun kök kanalına uygulanmasında iğne ucunun derinliğinin de kök kanalından mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında bir rolü olduğu düşünülerek yapılan bir çalışmada çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde irrigasyon solüsyonunun kök kanalına uygulanması neticesinde, 5 mm uzaklıkta uygulanmasından daha fazla mikroorganizma uzaklaştırdığı rapor edilmiştir (Sedgley ve ark 2005b). Deneyimizde kullandığımız iğnenin ucu apikale en yakın olacak, kanalda sıkışmayacak şekilde kök kanalına yerleştirilerek yıkama solüsyonlarıyla kök kanalında etkin bir yıkama yapılmaya çalışılmıştır. Bu şekilde kök kanallarında

solüsyon uygulandığında bakteriyel biyofilm uzaklaşırmada daha etkin bir temizlik sağlandığı McGill ve ark (2008) tarafından da bildirilmiştir.

Aktener ve ark (1989), yüzey aktif ajanların smear tabakasının dentin tübüllerine penetrasyonu üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada yüzey aktif ajanların kanal içersinde kullanımlarının, smear tabakasının dentin tübüllerinin daha derinine doğru penetre olmasına sebep olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca smear materyallerinin kapiller hareket ve sıvı dinamikleri ile dentin tübüllerine doğru sıkıştırıldığı hipotezi desteklenmiştir. Şayet preparasyon sırasında düşük yüzey aktiviteli deterjanlar içeren yıkama solüsyonu kullanılırsa, smear materyalinin dentin tübüllerinde daha derine penetre olacağı da bildirilmiştir. Çalışmamızda düşük yüzey aktivitesine sahip bir ajan olan SmearClear kullanılmıştır. Yukarıda anlatılan sebeple bu solüsyonun uygulandığı gruplarda smear tabakası dentin tübüllerine daha fazla penetre olmuştur (Resim 3. 8. a & b). Dolayısıyla da smear tabakasında bulunan mikroorganizmaların eliminasyonu da zorlaşmıştır. Bu yönüyle çalışmamızdan aldığımız sonuçlar araştırmacıları desteklemektedir.

Çekilmiş dişler üzerinde yaptığımız *in-vitro* çalışmamızda, mevcut bakteri sayısında azalma meydana gelmiş, fakat tamamıyla bir eliminasyon söz konusu olmamıştır. Yapılan çalışmalarda diş hekimi kök kanalında iyi bir temizleme ve yıkama gerçekleştirse bile bazı bakterilerin kök kanal dentin tübüllerinde kalabileceği bildirilmiştir (Byström ve ark 1985). Bu sebeple kanal içi ajan olarak $Ca(OH)_2$ kullanımı gerekebileceği bazı araştırıcılar tarafından bildirilmiştir (Ringel ve ark 1982, Han ve ark 2001, Sukawat ve Srisuwan 2002, Evans ve ark 2002). Öte yandan araştırıcılar kanal içi ajana karşı *E. faecalis* gibi mikroorganizmaların dirençli olduğunu da söylemişlerdir. Bu ajanların kanal içi uygulamasının etkinliğinin ortaya çıkması için hiç şüphe yok ki, zamana ihtiyaç vardır (Sjögren ve ark 1991, Tanrıverdi ve ark 1997, Peters ve ark 2002). Hiç şüphesiz ki başarılı bir kanal genişletme ve iyi bir kanal içi irrigasyon işlemine karşın kanal içersinde kalan mikroorganizmalar için bir endodontistin kanalı doldurmadan önceki son silahı güçlü bir kanal içi ajan kullanımı olacaktır.

4. 6. Kök Ucundan Debris Çıkışının Değerlendirilmesi

Çalışmamızın bu bölümünde farklı preparasyon yöntemleri ve yıkama solüsyonları kullanılarak kök ucundan çıkan debris miktarı değerlendirilmiştir. Sonuç olarak HERO Shaper® döner aleti ile preparasyon sonrasında en fazla debris çıkışı gözlenmiştir. Bunu sırasıyla K3, ProFile döner aletleri ve el aletleri (ProFile) ile preparasyon yöntemleri izlemiştir.

Her ne kadar bu tip çalışmalarda klinik koşullar taklit edilmeye çalışılsa bile bu tip *in-vitro* çalışmalarda periapikal dokuların ve pulpa dokusunun olmaması nedeniyle kök ucundan çıkan debrise klinik koşullarda olduğu üzere periapikal dokulardaki gibi bir direnç oluşturulması *in-vitro* şartlarda mümkün değildir (Tanalp ve ark 2006).

Tek kanallı, düz ve kök ucu oluşumu tamamlanmış dişler seçilerek, pulpa dokusu çıkarılmıştır. Bu sebeple kök ucundan çıkan sadece debristir; pulpal doku değildir (Tanalp ve ark 2006). Ayrıca dişlerin kök ucunun açıklığı 20 numaralı K-tipi el aletleri kullanılarak kontrol edilmiştir ve eşitlenmiştir. Apikal açıklığın da debris çıkışı üzerinde etkisi olduğu önceden Tinaz ve ark (2005) tarafından yapılan bir çalışmada gösterildiği için daha geniş kök ucu açıklığı olan dişler çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Kök ucundan çıkan debris miktarını dişlerin mikrosertliğinin de etkileyebileceği Tanalp ve ark (2006) tarafından bildirilmiştir. Ayrıca yumuşak dentin mikrosertliğine sahip dişlerden dentin kaldırılması sert dentin mikrosertliğine sahip olanlara kıyasla kolay olmakla beraber dentin dokusu daha fazla kök ucundan çıkabileceği de aynı yazarlar tarafından dile getirilmiştir. Fakat her ne kadar aynı yaş grubu bireylerde elde edilen dişler kullanılsa bile dişlerin histolojik durumları farklı olabilmektedir. Bu sebeple çekilmiş insan dişlerinin kullanıldığı çalışmalarda tam bir standardizasyon sağlamak mümkün değildir.

Bilindiği üzere yıkama solüsyonunun kök ucundan çıkışını etkileyen sadece kök ucuna doğru solüsyonun güçlü bir şekilde verilmesi değildir. Enstrumantasyon sırasında yapılan hareketler piston etkisi oluşturarak yıkama solüsyonu ve debrisin kök ucundan çıkmasına neden olmaktadır (Brown ve ark

1995). Çalışmamızda klinik koşullara uygun olması ve iyi bir şekilde debris uzaklaştırılması için yıkama solüsyonu bulunan enjektör iğne ucu apikale en yakın olacak şekilde, kanal duvarlarında sıkışmadan yerleştirilmiştir (Abou-Rass ve Piccinino 1982, McKendry 1990, Brown ve ark 1995). Fakat bu şekilde kullanım ile yıkama solüsyonu, kök ucundan daha fazla çıkmış olabilir ki bu klinik olarak ciddi problemler yaratabilmektedir (Kaufman 1981). Bununla beraber bu şekilde kök kanalının yıkanması ancak kök kanalının ve apikal bölgenin şekillendirilmesi tamamlandıktan sonra, en son yıkama gerçekleştirilirken yıkama solüsyonunun yavaş bir şekilde kanal içine uygulanması esnasında gerçekleştirilebilir (Zmener ve ark 2005). Biz bu nedenle tüm genişletme işlemleri bitrildikten sonra test solüsyonlarını bu şekilde kanala uygulayabildik.

Er ve ark (2005), hazırladıkları deney düzeneğinde *E. faecalis* ile enfekte edilen dişleri ProTaper ve Sistem GT kullanarak prepare etmişlerdir. Deney düzeneğinde cam şişe içine NaCl konulmuş ve apikal debrisin bu sıvı içine düştüğü söylenmiştir. Deney sonrası bu sıvıdan alınan örneklerden koloni sayımı yapılmıştır. Fakat bu sistemde debrisin sulandırma oranının eşit olabilmesi için kullanılan irrigasyon solüsyonunun her örnekte eşit olarak taşması gerekir. Bu da bu yöntem için ciddi bir limitasyondur. Biz de yaptığımız pilot çalışmalarda preparasyon sırasında kullandığımız yıkama solüsyonu miktarının her örnek için aynı olamadığı ve bununda koloni sayımı için alınacak solüsyonun sulandırma oranını değiştirdiğini saptadık. Bu sebeple preparasyon ve irrigasyon işlemleri sonrasında açığa çıkan apikal debrisin ağırlık cinsinden değerlendirilmesi tekniğini daha uygun bir metot olarak seçtik.

Kuştarcı ve ark (2008), çeşitli şekillendirme yöntemlerini serum fizyolojik solüsyon kullanarak kök ucundan debris çıkışı ve yıkama solüsyonu miktarı açısından değerlendirmişler ve gruplar arasında debris çıkışı açısından hiçbir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. İrrigasyon solüsyonunun içindeki tuz içerikleri buharlaştırma işlemi sırasında çöktüğü için meydana gelen debrisin belirlenmesi amacıyla, aynı miktarda serum fizyolojik buharlaştırılarak tuz miktarı elde edilmiş, işlem sonrası elde edilen debris ve tuz içeriğinden tuz miktarı çıkarılmıştır. Bizim çalışmamızda ise serum fizyolojik, NaOCl, Klorhex® ve SmearClear solüsyonları kullanılmıştır. Bu solüsyonların çökebilen tuz içeriği de göz önüne alındığı takdirde

apikal açıklıktan taşan yıkama solüsyonu miktarıyla doğru orantılı olarak artan tuz miktarı da artacağı için bizim elde ettiğimiz değerler toplamına taşan yabancı madde miktarı da diyebilmek mümkündür. Bizim bu değerlendirmemizi destekleyen çalışmalarda mevcuttur. Mesela Lambrianidis ve ark (2001) yaptıkları bir çalışmada kök ucu daralmasını ve açıklığını değerlendiren (patency file) eğe kullanmanın kök ucundan taşan NaOCl ve debris miktarına etkisini aynı anda değerlendirmişlerdir. Kök ucundan taşan debris ve yıkama solüsyonu arasında pozitif yönde ilişki olduğu Hinrichs ve ark (1998) tarafından bildirildiği gibi tam tersi debrisin kuru ağırlığı ile yıkama solüsyonunun hacmi arasında bir bağlantı olmadığını savunanlarda mevcuttur (Myers ve Montgomery 1991). Bu çalışmada yıkama solüsyonu ve debris miktarının beraber değerlendirilmesinin sebebi ise her ikisinin de periapikal enflamasyon, tedavi sonrası ağrı ve muhtemel gecikmiş iyileşmeden sorumlu olduğu düşünüldüğü içindir.

ProFile bilindiği gibi Ni-Ti kanal eğeleri genel sınıflamasında; pasif aletler kategorisine girmektedir. Endodontik tedavi sırasında HERO Shaper® ve ProFile kullanılarak apikal açıklıktan taşan debris miktarının araştırıldığı bir çalışmada, ProFile kanal aletlerinin daha az debris çıkışına neden oldukları belirtilmiştir (Tanalp ve ark 2006). Her ne kadar kanal alet sayısı HERO Shaper® döner alet sisteminde azalmış ve bu suretle daha kısa sürede şekillendirme yapıyor olsa da, daha karmaşık bir eğe sistemine sahip olan ProFile döner alet sisteminin kök ucuna doğru daha yavaş bir şekilde kanal içinde genişletme işlemini gerçekleştirmesi kök ucundan çıkan debris miktarının HERO Shaper® döner aletine kıyasla daha az olmasına neden olduğu iddia edilmektedir. Ayrıca ProFile kanal aletlerinin bıçak tasarımının debris uzaklaştırmaya yardım ettiği ve ProFile kanal aletlerinin reaming hareketinin, ileri-geri hareket ile çalışan sistemlerden daha az apikal debris çıkışına sebep olduğu yine aynı çalışmada bildirilmiştir (Tanalp ve ark 2006).

Bu sonucu, destekler biçimde bizim çalışmamızda da ProFile döner alet sistemi kullanılan gruplarda diğer gruplara oranla daha az apikal debris çıkışı gözlemlenmiştir.

Kök kanalının temizlenmesinde mekanik temizliğin yanı sıra çeşitli yıkama solüsyonlarının kullanımı da etkilidir. Yıkama solüsyonlarının kullanımının debrisin dışarı atılması ve kök kanalında dezenfeksiyon sağlanması gibi önemli rolü vardır

(Pérez-Heredia ve ark 2006). Debris varlığı ayrıca mikroorganizmaların kök kanalından uzaklaştırılamamasına neden olur. Mekanik temizleme sırasında meydana gelen smear tabakasının yıkama solüsyonları ile uzaklaştırılması bu sebeple önemlidir (Peters ve Peters 2006).

Çalışmamızda yıkama solüsyonunları 5 ml'lik ve 27 numaralı bir defa kullanılan şırıngalar ile kök kanallarına uygulanmıştır. İğne gövdesinde orta bölümde bir eğim verilerek kök kanalına giriş kolaylaştırılmıştır. Bu teknik ile yıkama solüsyonunun uygulanması neticesinde yıkama solüsyonunun kök ucundaki hareketi kontrol edilemeyebilir (Fukumoto ve ark 2006). Bu da apikal açıklıktan solüsyon çıkışına neden olabilir.

Yıkama solüsyonları genellikle klinikte şırıngalar ile kök kanallarına uygulansa da bununla beraber kök kanallarını yıkamak için Maxi-Probe ve Endo-Eze, Identoflex kök kanalı yıkama fırçası ve Endomate sistemi gibi birçok alet de geliştirilmiştir (Alaçam 2000). Ayrıca ultrasonik sistemin yıkama işleminde kullanılması ile solüsyonun debris uzaklaştırma kapasitesini arttırmakta olduğu ve NaOCl ile pasif ultrasonik yıkama tekniği kullanımının kök kanalından debris uzaklaştırmada geleneksel yıkama yönteminden daha etkili olduğu daha önce bildirilmiştir (Goodman ve ark 1985, Lee ve ark 2004, van der Sluis ve ark 2006). Taşdemir ve ark (2008) yaptıkları bir çalışmada pasif ultrasonik yıkama yöntemi ve geleneksel yıkama yönteminin kök ucundan çıkan NaOCl yıkama solüsyonuna etkisini *in-vitro* şartlarda değerlendirmişler ve pasif ultrasonik yıkama yöntemi uygulanan grupta daha az yıkama solüsyonunun kök ucundan dışarı çıktığını belirtmişlerdir. Bu sonuca sebep olarak akustik akımın kök ucundan koronale doğru olması gösterilmiştir.

Bu çalışmada kontrol yıkama solüsyonu olarak kullanılan serum fizyolojik, sadece yıkama özelliğine sahiptir (Kuruvilla ve Kamath 1998). Diğer taraftan test edilen yıkama solüsyonlarından NaOCl, klinikte kök kanal tedavisi sırasında en fazla tercih edilen yıkama soüsyonudur. Organik yapının uzaklaştırılması ve antibakteriyel aktivitesi nedeniyle mükemmel bir yıkama solüsyonu olan NaOCl, smear tabakasını tamamıyla uzaklaştıramamaktadır (Zehnder ve ark 2002). Diğer bir test solüsyonu olan Klorheksidin glukonat solüsyonu, geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajandır ve son yıkama solüsyonu olarak önerilmektedir (Yesilsoy ve ark 1995, Zehnder

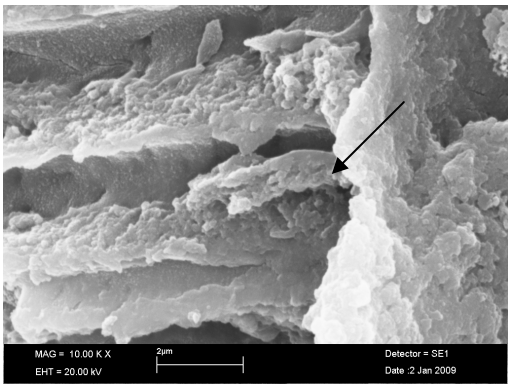
2006). Fakat bu solüsyonun doku çözücü özelliği bulunmamaktadır (Kuruvilla ve Kamath 1998, Naenni ve ark 2004). Asit solüsyonlarından EDTA ise, smear tabakasının inorganik yapısını uzaklaştırmak için önerilmektedir (Garberoglio ve Becce 1994). NaOCl ve EDTA yıkama solüsyonlarının beraber kullanımı ile smear tabakası uzaklaştırılabildiği önceden bildirilmiştir (Pérez-Heredia ve ark 2006). Çalışmamızda ise solüsyonlar tek tek kullanılmıştır. Klorheksidin glukonat kullanılan grupta diğer yıkama solüsyonlarının kullanıldığı gruplara göre istatistiksel olarak daha az debris çıkışı gözlenmesinin sebebinin preparasyon sonrası kök ucundan dışarı taşan debris ile solüsyonların doku çözücü özellikleri arasında bağlantı olabileceği olasılığını düşündürmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sonuçlar

Bu çalışmada, enfekte edilen çekilmiş insan dişlerinden 4 farklı preparasyon tekniği ve 4 farklı yıkama solüsyonu kullanılarak *Enterococcus faecalis*'in eliminasyonu mikrobiyal kültür yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise dişlerin kemomekanik preparasyonu sırasında ve yıkanması neticesinde kök ucundan çıkan debris miktarı belirlenmiştir. Ayrıca her gruptan bir dişin işlemler sonrasında elde edilen dentin duvarları taramalı elektron mikroskobu (SEM) altında incelenmiştir. Bu deneysel çalışmamıza göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Yıkama solüsyonları göz önüne alınmadan preparasyon teknikleri değerlendirildiğinde en az bakteri uzaklaştırılması K3 ile prepare edilen dişlerde görülürken en fazla bakteri uzaklaştırılan gurup ise ProFile ile prepare edilen dişlerin bulunduğu guruptur.
2. Preparasyon tekniği ve kullanılan yıkama solüsyonları arasında bağlantı yoktur.
3. Kök ucundan çıkan debris yıkama solüsyonu göz önüne alınmadan değerlendirildiğinde en fazla HERO Shaper® ile prepare edilen dişlerde apikal debris çıkış miktarının fazla olduğu gözlenmiştir. En az debris çıkışı olan grup ise ProFile döner alet ile prepare edilen dişlerin bulunduğu gruptur.
4. Klorhex yıkama solüsyonunun organik ve inorganik doku çözücü özelliği olmadığı için kök ucundan debris çıkışının bu yıkama solüsyonunun kullanıldığı guruplarda en az olduğu görülmüştür.
5. Elde edilen SEM görüntüleri incelendiğinde hiçbir yıkama solüsyonunun smear tabakasını tek başına tam olarak elimine edemediği gözlendi. Buna bağlı olarak da solüsyonlar dentin tübüllerinde bulunan mikroorganizmalara ulaşamadığından dolayı tam bir mikrobiyal eliminasyon sağlanamamıştır.



Resim 5. 1. Dentin tübüllerini örten smear tabakası. (20 kV'da ×10.000 büyütme ile alınan SEM görüntüsü**)**

Öneriler

1. *In-vitro* araştırmalar *in-vivo* araştırmaları direkt olarak yansıtmamaktadır. Çünkü kök kanalı nekrotik ve/veya yaşayan doku ve doku sıvıları içermektedir. Bu durum bazı antibakteriyel ajanların etkinliğini azaltmaktadır.

In-vivo çalışmalarda ise hasta seçimi, takibi, hasta kliniğinden mikrobiyoloji kliniğine örnek taşıma güçlüğü, kök kanal florasının karmaşık yapısı ve klinik şartları eşitleyebilmek (yıkama solüsyonunun hacmi, irrigasyon iğnesinin derinliği, kanal şekli-yuvarlak, oval vs…) oldukça zordur. Bu sebeple bu çalışma *in-vitro* şartlarda çekilmiş insan dişleri standart *E. faecalis* suşu (A197A) kullanılarak enfekte edilerek gerçekleştirilmiştir. Ancak materyallerin ve tekniklerin *in-vitro* şartlarda test edilmesi sayesinde klinisyenlere *in-vivo* şartlarda ortaya çıkabilecek sonuçlar hakkında bilgi verilebildiği kabul edilmiş bir gerçektir.

2. Endodontik enfeksiyonlarda bulunan mikroorganizmaların kültür dışında tespit edilmesine yarayan tekniklerden birisi de polimeraz zincir reaksiyonu (PCR: Polymerase Chain Reaction)'dur. Nükleik asit çoğaltılması yöntemi olan PCR, klinik materyallerde bulunan veya izole edilen etkenlere ait nükleik asitlerin *in-vitro* olarak çoğaltılmalarını amaçlar. PCR esaslı arama metodu, kültürde üretilen veya üretilemeyen mikroorganizmaların yüksek duyarlılık ve özgüllükte hızlı bir şekilde tanımlanmasını sağlamaktadır. PCR teknikle sadece hedeflenen bakteri bulunmaktadır ama örneklerde bulunan toplam bakteri sayısı belirlenememektedir

(Cook ve ark 2007, Dumani 2008). Sayısının belirlenebilmesi için RT-PCR (Real Time-Polymerase Chain Reaction) tekniklerine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada farklı preparasyon teknikleri ve farklı solüsyonlar ile yıkama sonrasında kök kanallarında canlı kalan bakteri sayısını tesbit etmek hedeflendiğinden dolayı klasik kültür yöntemi kullanılmıştır.

3. Çalışmamızın sınırları dâhilinde iyi bir kanal içi bakteri eliminasyonu ve daha az apikal debris çıkışı hedeflendiğinde ProFile eğe sistemlerinin kullanımı klinisyenlere önerilebilir.

6.ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI Nİ-Tİ DÖNER ALET SİSTEMLERİ VE YIKAMA SOLÜSYONLARI KOMBİNASYONLARININ DENTİN DEZENFEKSİYONUNA VE KÖK KANALINDAN DEBRİS ÇIKIŞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

"Özlem Kahveci Doyduk''

Endodonti Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2009

Bu çalışmanın amacı, yıkama solüsyonları (Serum fizyolojik, %5.25 NaOCl, Klorhex®, SmearClear) ile üç çeşit nikel titanyum döner alet (ProFile, K3, Hero Shaper®) ve el aleti (ProFile) kullanımının *Enterococcus faecalis* üzerine dezenfeksiyon etkinliğinin karşılaştırılmasıdır.

Çalışmamızda düz, tek kanallı çekilmiş 178 adet diş kullanıldı. Dişlerin kuronları uzaklaştırıldıktan sonra, apikal açıklık 20 numaralı K-file eğe ile kontrol edildi. Dişler, 121°C'de 20 dakika steril edilmeden önce, varolan smear tabakası sırasıyla 17% EDTA ve %5.25 NaOCl 4 dakika kullanılarak uzaklaştırıldı. Daha sonra tüm diş kökleri 21 gün boyunca 37 °C'de *E. faecalis* ile enfekte edildi. Kullanılan enstrümantasyona göre rastgele 4 eşit gruba ayrıldı (n:44). Her grup daha sonra kullanılan yıkama solüsyonuna göre 4 alt gruba ayrıldı (n:11). Kemomekanik preparasyon sonrasında canlılığını koruyan *E. faecalis* kök kanal boşluğunun iç kanal duvarlarından dentin talaşıyla toplandı ve sulandırıldı. Triptik soy agar bulunan petri kaplarına ekilerek değerlendirildi. Petri kabı üzerindeki koloniler 24-48 saat sonra sayıldı ve $\log_{10}$ değerlere çevrildi. Dentin talaşı toplamadan önce her gruptan bir diş, taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirildi. Sonuçlar, Kruskal Wallis ve Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U Testi ile analiz edildi.

ProFile döner aletleri *E. faecalis'*in kök kanallarından uzaklaştırılmasında HERO Shaper® ve ProFile el eğeleri ile eşit düzeyde etkin bulundu. K3 grubunun, diğer gruplar kadar etkili olmadığı ($P<0.05$) ve daha çok mikroorganizmaya sahip olduğu görüldü. Mikroorganizmaların uzaklaştırılması bakımından kullanılan test solüsyonları arasında hiçbir korelasyon bulunmadığı sonucuna varıldı.

Tezin ikinci bölümünde, kök ucundan taşan debris ve yıkama solüsyonları cam şişelere toplandı. Yıkama solüsyonlarının buharlaşmasını takiben, kuru debris ve tuz çökeltileri şişelerle tartıldı, sonuçlar kaydedildi. Veriler Kruskal Wallis ve Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U Testi ile istatistiksel olarak analiz edildi.

HERO Shaper® kullanımı, ProFile, K3 döner aletler ve ProFile el aletleri kullanımından belirgin olarak daha fazla debris miktarının taşmasına neden oldu ($P<0.05$). Klorhex® solüsyonunun kullanımı ile kök ucundan çıkan debris miktarı serum fizyolojik ve SmearClear solüsyonlarının kullanımıyla taşan miktardan daha az olduğu saptandı ($P<0.05$).

Sonuç olarak, preparasyon tekniği ile irrigasyon solüsyonu seçiminin kök ucundan taşan debris üzerinde etkisi olabilir.

Anahtar Sözcükler: kök kanal preparasyonu; döner aletler; yıkama; apikal debris; *Enterococcus faecalis.*

7. SUMMARY

T.C.
SELÇUKÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ASSESSING THE EFFECT OF DIFFERENT ROTARY NI-TI SYSTEMS AND IRRIGATION SOLUTION COMBINATION ON DENTIN DISINFECTION AND DEBRIS EXTRUSION FROM THE ROOT CANAL

"Özlem Kahveci Doyduk"

Department of Endodontics

DOCTORATE (PhD) THESIS /KONYA-2009

The aim of this *in-vitro* study was to compare the disinfection effectiveness of irrigation solutions (Saline, 5,25% NaOCl, Klorhex®, SmearClear) with three types of nickel-titanium rotary instruments (ProFile, K3, HERO Shaper®) and hand file (ProFile) on *Enterococcus faecalis.*

One hundred-seventy eight, single-straight rooted, extracted teeth were used. After removing the crowns, apical patency was checked with a size 20-K file instrument. Smear layer was removed with sequentially using 17% EDTA and 5.25% NaOCl for 4 min before sterilization at 12 °C 20 min. Then all roots were inoculated with *E. faecalis* for 21 days at 37 °C and randomly assigned to 4 equal groups (n:44) according to the instrumentation used. Each group were then divided into 4 subgroups according to the test irrigants (n:11). After chemomechanical preparation survival of *E. faecalis* was assesed by collecting dentine chips from inner canal walls of the root space, serially diluted and plated on Triptone soy agar (TSA) plates. After 24-48 hours, colony forming unit's (CFU's) counted and log $_{10}$ values were calculated. Before collecting dentine chips, one tooth from each group was evaluated under scanning electron microscopy. The results were analysed with the Kruskal Wallis and Bonferroni adjusted Mann-Whitney U Test.

ProFile rotary instruments was equally effective to HERO Shaper® system and ProFile hand files in the elimination of *E. faecalis* from root canals. K3 group was not effective as other groups ($P<0.05$) and showed the highest number of microorganisms. There was no correlation between the elimination of the microorganism and test irrigant used.

In latter part of the thesis, debris and irrigant extruded from the apical foramen were collected into vials. After the evaporation of irrigation solutions, dried debris and salt deposites with vials were weighted and recorded. Data were analyzed statistically using Kruskal Wallis and Bonferroni adjusted Mann-Whitney U Tests.

HERO Shaper® files caused significantly higher amount of debris compared to ProFile, K3 and ProFile hand files ($P<0.05$). Apically extruded debris amount with the use of Klorhex® solution was lower when compared with the use of saline and SmearClear solutions ($P<0.05$).

As a result, it can be concluded that selection of the preparation technique and irrigation solution may have some effect on the apical debris extrusion.

Keywords: root canal preparations; rotary instruments; irrigation; apical debris; *Enterococcus faecalis*

8. KAYNAKLAR

1. Abou-Rass M, Oglesby SW. The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. J Endod. 1981;7:376-7.

2. Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1982;54:323-8.

3. Addy M, Moran JM. Clinical indications for the use of chemical adjuncts to plaque control: chlorhexidine formulations. Periodontol 2000. 1997;15:52- 4.

4. Ahlquist M, Henningsson O, Hultenby K, Ohlin J. The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canals: a scanning electron microscopy study. Int Endod J. 2001;34:533-7.

5. Akpata ES, Blechman H. Bacterial invasion of pulpal dentin wall *in vitro*. J Dent Res. 1982;61:435-8.

6. Aktener BO, Cengiz T, Pişkin B. The penetration of smear material into dentinal tubules during instrumentation with surface-active reagents: a scanning electron microscopic study. J Endod. 1989;15:588-90.

7. Alaçam T. Endodonti. 2. Baskı Ankara: Barış Yayınları Fakülteler Kitapevi, 2000, 289-309.

8. al-Omari MA, Dummer PM. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. J Endod. 1995;21:154-8.

9. Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. J Endod. 2004;30:792-5.

10. Ayad MF. Effects of rotary instrumentation and different etchants on removal of smear layer on human dentin. J Prosthet Dent. 2001;85:67-72.

11. Ayar LR, Love RM. Shaping ability of ProFile and K3 rotary Ni-Ti instruments when used in a variable tip sequence in simulated curved root canals. Int Endod J. 2004;37:593-601.

12. Aydin C, Tunca YM, Senses Z, Baysallar M, Kayaoglu G, Ørstavik D. Bacterial reduction by extensive versus conservative root canal instrumentation *in vitro*. Acta Odontol Scand. 2007;65:167-70.

13. Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE, Seltzer S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. J Endod. 1975;1:127-35.

14. Barnett F, Trope M, Khoja M, Tronstad L. Bacteriologic status of the root canal after sonic, ultrasonic and hand instrumentation. Endod Dent Traumatol. 1985;1:228-31.

15. Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. J Endod. 1992;18:605-12.

16. Baumgartner JC, Falkler WA Jr. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. J Endod. 1991;17:380-3.

17. Bayırlı G. Endodontik Tedavi I. İstanbul. İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi, 1998;268-74.

18. Behnen MJ, West LA, Liewehr FR, Buxton TB, McPherson JC 3rd. Antimicrobial activity of several calcium hydroxide preparations in root canal dentin. J Endod. 2001;27:765-7.

19. Brown DC, Moore BK, Brown CE Jr, Newton CW. An *in vitro* study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. J Endod. 1995;21:587-91.

20. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The *in vivo* evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. J Endod. 2007;33:782-7.

21. Byström A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. Endod Dent Traumatol. 1985;1:170-5.

22. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1983;55:307-12.

23. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. Scand J Dent Res. 1981;89:321-8.

24. Cameron JA. The effect of a fluorocarbon surfactant on the surface of the endodontic irrigant, sodium hypochlorite. A preliminary report. Aust Dent J 1986;31:364–8.

25. Card SJ, Sigurdsson A, Ørstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. J Endod. 2002;28:779-83.

26. Carrigan PJ, Morse DR, Furst ML, Sinai IH. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. J Endod. 1984;10:359-63.

27. Carter JM, Sorensen SE, Johnson RR, Teitelbaum RL, Levine MS. Punch shear testing of extracted vital and endodontically treated teeth. J Biomech. 1983;16:841-8.

28. Cook J, Nandakumar R, Fouad AF. Molecular- and culture-based comparison of the effects of antimicrobial agents on bacterial survival in infected dentinal tubules. J Endod. 2007;33:690-2.

29. Cathro P. The importance of irrigation in endodontics. Contemporary Endodontics. 2004;1:3-7.

30. Colak M, Evcil S, Bayindir YZ, Yigit N. The effectiveness of three instrumentation techniques on the elimination of *Enterococcus faecalis* from a root canal: an *in vitro* study. J Contemp Dent Pract. 2005;15:94-106.

31. Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1980;49:175–9.

32. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. Endod Dent Traumatol. 1992;8:45-55.

33. Çalışkan K. Endodontide Tanı ve Tedaviler, 1. baskı, İstanbul, Nobel Yayınevi, 2006a;273-313.

34. Çalışkan K. Endodontide Tanı ve Tedaviler, 1. baskı, İstanbul, Nobel Yayınevi, 2006b;315-71.

35. Dahlén G, Haapasalo M. Microbiology of Apical Periodontitis In:Pitt Ford T, Ørstavik D editors.Essential Endodontology, Prevention and Treatment of Apical Periodontitis. 1st ed. UK: Wiley-Blackwell; 1999:107-130.

36. Dahlén G, Samuelsson W, Molander A, Reit C. Identification and antimicrobial susceptibility of enterococci isolated from the root canal. Oral Microbiol Immunol. 2000;15:309-12.

37. Dakin HD. On the use of certain antiseptic substances in treatment of infected wounds. BMJ 1915;2:318 –20. (İçinde: Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod. 2006;32:389-98).

38. Dalton BC, Ørstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M. Bacterial reduction with nickel titanium rotary instrumentation. J Endod. 1998;24:763-7.

39. D'Arcangelo C, Varvara G, De Fazio P. An evaluation of the action of different root canal irrigants on facultative aerobic-anaerobic, obligate anaerobic, and microaerophilic bacteria. J Endod. 1999;25:351-3.

40. Davies GE, Francis J, Martin AR, Rose FL, Swain G. 1:6-Di-4= chlorophenyldiguanidohexane(hibitane); laboratory investigation of a new antibacterial agent of high potency. Br J Pharmacol Chemother. 1954;9:192-6. (İçinde: Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod. 2006;32:389-98).

41. Dumani A. Periapikal Lezyonlu Dişlerde *Enterococcus faecalis* ve *Candida albicans*'ın Bulunma Sıklığı ve Antimikrobiyal Duyarlılıklarının Test Edilmesi. Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Adana, 2008; 1-6.

42. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. J Endod. 2006;32:527-31.

43. Dychdala GR. Chlorine and chlorine compounds. In: Block SS, ed. Disinfection, sterilization and preservation. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991:131–51. (İçinde:Zehnder M.Root canal irrigants. J Endod. 2006;32:389-98.).

44. Eldeniz AU. Er,Cr:YSGG Lazerinin Endodontik Dezenfeksiyonda ve Kök-kanal Duvarının Hazırlanmasında Etkinliğinin İncelenmesi. S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Endodonti Anabilim Dalı, Doktora tezi, Konya, 2003; 64,79-81.

45. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. J Endod. 2005;31:107-10.

46. Eldeniz AU, Ozer F, Hadimli HH, Erganis O. Bactericidal efficacy of Er,Cr:YSGG laser irradiation against *Enterococcus faecalis* compared with NaOCl irrigation: an *ex vivo* pilot study. Int Endod J. 2007;40:112-9.

47. Engström B, Frostell G. Experiences of Bacteriological Root Canal Control. Acta Odontol Scand. 1964;22:43-69.

48. Er K, Sümer Z, Akpinar KE. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of two engine-driven instrumentation techniques. Int Endod J. 2005;38:871-6.

49. Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JC, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. Braz Dent J. 2002;2:113-7.

50. Evanov C, Liewehr F, Buxton TB, Joyce AP. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide and chlorhexidine gluconate irrigants at 37 degrees C and 46 degrees C. J Endod. 2004;30:653-7.

51. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. Int Endod J. 2002;221-8.

52. Fabricius L. Oral bacteria and apical periodontitis. An experimental study in monkeys [Dissertation]. Gothenburg, Sweden: University of Gothenburg,1982.(İçinde:Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. J Endod. 1992;18:427-30).

53. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. J Endod. 1987;13:102-8.

54. Falk KW, Sedgley CM. The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation *in vitro*. J Endod. 2005;31:742-5.

55. Ferrer Luque CM, González López S, Navajas Rodríguez de Mondelo JM.[Mechanical instrumentation of the root canals. A study using SEM and computerized image analysis] Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol. 1996;39:111-7. (İçinde: Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP.The effectiveness of different acid irrigating solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation. J Endod. 2006;32:993-7).

56. Foulkes DM. Some toxicological observations on chlorhexidine. J Periodontal Res Suppl. 1973;12:55– 60. (İçinde: Zehnder M.Root canal irrigants. J Endod. 2006;32:389-98).

57. Frais S, Ng YL, Gulabivala K. Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. Int Endod J. 2001;34:206-15.

58. Fukumoto Y, Kikuchi I, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. An *ex vivo* evaluation of a new root canal irrigation technique with intracanal aspiration. Int Endod J. 2006;39:93-9.

59. Gambarini G. Shaping and cleaning the root canal system: a scanning electron microscopic evaluation of a new instrumentation and irrigation technique. J Endod. 1999;25:800-3.

60. Garberoglio R, Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants. A comparative scanning electron microscopic study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994;78:359-67.

61. Gatot A, Arbelle J, Leibermann M, Yanai-Inbar I. Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex. J Endod. 1991;17:573-4.

62. George S, Kishen A. Effect of tissue fluids on hidrophobicity and adherence of enterococcus feacalis to dentin. J Endod. 2007;33:1421-5.

63. Gilmore MS. The *Enterococci*: pathogenesis, molecular biology, and antibiotic resistance. Washington: ASM Press, 2002.

64. Glantz PO, Hansson L. Wetting of dentine by some root canal medicaments. Odontol Revy 1972;23:205.

65. Goldsmith M, Gulabivala K, Knowles JC. The effect of sodium hypochlorite irrigant concentration on tooth surface strain. J Endod. 2002;28:575-9.

66. Gomes BP, Drucker DB, Lilley JD. Associations of specific bacteria with some endodontic signs and symptoms. Int Endod J. 1994;27:291-8.

67. Gomes BP, Lilley JD, Drucker DB. Variations in the susceptibilities of components of the endodontic microflora to biomechanical procedures. Int Endod J. 1996a;29:235-41.

68. Gomes BP, Lilley JD, Drucker DB. Associations of endodontic symptoms and signs with particular combinations of specific bacteria. Int Endod J. 1996b;29:69-75.

69. Gomes BP, Pinheiro ET, Gadê-Neto CR, Sousa EL, Ferraz CC, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microbiological examination of infected dental root canals. Oral Microbiol Immunol. 2004;19:71-6.

70. Goodman A, Reader A, Beck M, Melfi R, Meyers W. An *in vitro* comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. J Endod. 1985;11:249-56.

71. Grandini S, Balleri P, Ferrari M. Evaluation of Glyde File Prep in combination with sodium hypochlorite as a root canal irrigant. J Endod. 2002;28:300-3.

72. Grossman LI. Irrigation of root canals. J Am Dent Assoc. 1943;30:1915-7.

73. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. Int Endod J. 2005;38:743-52.

74. Gutiérrez JH, Garciá J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1968;25:108-16.

75. Haapasalo M, Ørstavik D. *In vitro* infection and disinfection of dentinal tubules. J Dent Res. 1987;66:1375-9.

76. Haapasalo M, Udnæs T, Endal U. Persistent, recurrent, and acquired infection of the root canal system post-treatment. Endod Topics. 2003; 6, 29-56.

77. Haapasalo M. *Bacteroides spp*. in dental root canal infections. Endod Dent Traumatol. 1989:5;1-10

78. Haga CS. Microscopic measurements of root canal preparations following instrumentation. J Br Endod Soc. 1968;2:41-6.

79. Han GY, Park SH, Yoon TC. Antimicrobial activity of $Ca(OH)_2$ containing pastes with *Enterococcus faecalis in vitro*. J Endod. 2001;27:328-32.

80. Hartke A, Giard JC, Laplace JM, Auffray Y. Survival of *Enterococcus faecalis* in an oligotrophic microcosm: changes in morphology, development of general stress resistance, and analysis of protein synthesis. Appl Environ Microbiol. 1998;64:4238-45.

81. Harty FJ. Endodontics in Clinical Practice. 3th ed. University press, Cambridge, GB.1990;140-1.

82. Hashioka K, Yamasaki M, Nakane A, Horiba N, Nakamura H. The relationship between clinical symptoms and anaerobic bacteria from infected root canals. J Endod. 1992;18:558-61.

83. Hastings, DC. Non-antibiotic plaque chemotherapy In: Newman N, Wilson M, editors. Dental plaque revisited: oral biofilms in health and disease. Bioline Press, Cardiff, United Kingdom. 2000.p:523–48.

84. Heling I, Chandler NP. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. Int Endod J. 1998;31:8-14.

85. Hinrichs RE, Walker WA 3rd, Schindler WG. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. J Endod. 1998;24:102-6.

86. Horiba N, Maekawa Y, Matsumoto T, Nakamura H. A study of the distribution of endotoxin in the dentinal wall of infected root canals. J Endod. 1990;16:331-4.

87. Hsu Y Y, Kim S. The ProFile System. Clin N Am. 2004;48:69-85.

88. Huang TY, Gulabivala K, Ng YL. A bio-molecular film *ex-vivo* model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. Int Endod. 2008; 41:60-71.

89. Hugo WB, Longworth AR. The effect of chlorhexidine on the electrophoretic mobility, cytoplasmic constituents, dehydrogenase activity and cell walls of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus.* J Pharm Pharmacol. 1966;18:569–78.

90. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. Int Endod J. 2000;33:186-93.

91. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endod Topics. 2005;10:30-76.

92. Hülsmann M, Rümmelin C, Schäfers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. J Endod. 1997;23:301-6.

93. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. J Endod. 1994;20:276-8.

94. Jontell M, Okiji T, Dahlgren U, Bergenholtz G. Immune defense mechanisms of the dental pulp. Crit Rev Oral Biol Med. 1998;9:179-200.

95. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1965;20:340-9.

96. Kakoli P, Nandakumar R, Romberg E, Arola D, Fouad AF. The effect of age on bacterial penetration of radicular dentin. J Endod. 2009;35:78-81.

97. Kamburis JJ, Barker TH, Barfield RD, Eleazer PD. Removal of organic debris from bovine dentin shavings. J Endod 2003;29:559-61.

98. Karagöz-Küçükay I. Kök Kanallarının Döner Aletlerle Şekillendirilmesi, Dişhekimliğinde Klinik Dergisi. 2000;13:48-55.

99. Kartal N, Özçelik B. Farklı irrigantların kök kanal duvarlarını temizleme etkinliğinin karşılaştırılması: SEM çalışması. A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg. 1992;19:209.

100. Kaufman AY. Facial emphysema caused by hydrogen peroxide irrigation: report of a case. J Endod. 1981;7:470-2.

101. Kavanagh CP, Taylor J. Inadvertent injection of sodium hypochlorite into the maxillary sinus. Bri Dent J. 1998:185:336-7.

102. Kayaoglu G, Ørstavik D. Virulence factors of *Enterococcus faecalis:* relationship to endodontic disease. Crit Rev Oral Biol Med. 2004;15:308-20.

103. Kazemi RB, Stenman E, Spångberg LS. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1996;81:596-602.

104. Khademi AA, Mohammadi Z, Havaee A. Evaluation of the antibacterial substantivity of several intra-canal agents. Aust Endod J. 2006;32:112-5.

105. Kho P, Baumgartner JC. A comparison of the antimicrobial efficacy of NaOCl/Biopure MTAD versus NaOCl/EDTA against *Enterococcus faecalis*. J Endod. 2006;32:652-5.

106. Kishen A, Sum CP, Mathew S, Lim CT. Influence of irrigation regimens on the adherence of *Enterococcus faecalis* to root canal dentin. J Endod. 2008;34:850-4.

107. Koch S, Hufnagel M, Theilacker C, Huebner J. *Enterococcal* infections: host response, therapeutic, and prophylactic possibilities. Vaccine 2004;22:822–30.

108. Komorowski R, Grad H, Wu XY, Friedman S. Antimicrobial substantivity of chlorhexidine-treated bovine root dentin. J Endod. 2000;26:315-7.

109. Kum KY, Kazemi RB, Cha BY, Zhu Q. Smear layer production of K3 and ProFile Ni-Ti rotary instruments in curved root canals: a comparative SEM study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006;101:536-41.

110. Kuruvilla JR, Kamath MP. Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. J Endod. 1998;24:472-6.

111. Kuştarci A, Akpinar KE, Er K. Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008;105:257-62.

112. Küçükay ES, Küçükay I,Yılmaz B. Kök Kanalı Şekillendirme Yöntemleri, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Bilim Dalı, İstanbul, Kasım 2004.

113. Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. J Endod. 2001;27:696-8.

114. Lawrance HR. Near field sound pressure level measurements around an air-cooled exchanger. Am Ind Hyg Assoc J. 1970;31:377-82.

115. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. Int Endod J. 2004;37:672-8.

116. Lim KC, Webber J. The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape.Int Endod J. 1985;18 :240-6.

117. Lin S, Kfir A, Laviv A, Sela G, Fuss Z. The *in vitro* antibacterial effect of iodine-potassium iodide and calcium hydroxide in infected dentinal tubules at different time intervals. J Contemp Dent Pract. 2009;10:59-66.

118. Liolios E, Economides N, Parissis-Messimeris S, Boutsioukis A. The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. Int Endod J. 1997;30:51-7.

119. Loizides AL, Kakavetsos VD, Tzanetakis GN, Kontakiotis EG, Eliades G. A comparative study of the effects of two nickel-titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. J Endod. 2007;33:1455-9.

120. Love RM, Jenkinson HF. Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. Crit Rev Oral Biol Med. 2002;13:171-83.

121. Love RM. *Enterococcus faecalis*-a mechanism for its role in endodontic failure. Int Endod J. 2001;34:399-405.

122. Lumley PJ. Cleaning efficacy of two apical preparation regimens following shaping with hand files of greater taper. Int Endod J. 2000;33:262-5.

123. Lynne RE, Liewehr FR, West LA, Patton WR, Buxton TB, McPherson JC. *In vitro* antimicrobial activity of various medication preparations on *E. faecalis* in root canal dentin. J Endod. 2003;29:187-90.

124. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. J Endod. 1984;10:477-83.

125. Mäkinen PL, Mäkinen KK. The *Enterococcus faecalis* extracellular metalloendopeptidase (EC 3.4.24.30; coccolysin) inactivates human endothelin at bonds involving hydrophobic amino acid residues. Biochem Biophys Res Commun. 1994;29:981-5. (İçinde: Portenier I, Waltimo TMT, Haapasalo M. *Enterococcus faecalis*-the root canal survivor and 'star' in post treatment disease Endod topics. 2003;6;135-59).

126. Martin H. Ultrasonic disinfection of the root canal. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1976;42:92–9.

127. Matusow RJ. Acute pulpal-aleveolar cellulitis syndrome. I. Clinical study of bacterial isolates from pulps and exudates of intact teeth, with description of a specific culture technique. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1979;48:70-6.

128. McComb D, Smith CD. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. J Endod 1975;1:238–42.

129. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. Clin Microbiol Rev 1999;12:147–79. (İçinde: Zehnder M.Root canal irrigants. J Endod. 2006;32:389-98).

130. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. Int Endod J. 2008;41:602-8.

131. McGurkin-Smith R, Trope M, Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and $Ca(OH)_2$. J Endod. 2005;31:359-63.

132. McKendry DJ. Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. J Endod. 1990;16:24-7.

133. Menezes MM, Valera MC, Jorge AO, Koga-Ito CY, Camargo CH, Mancini MN. *In vitro* evaluation of the effectiveness of irrigants and intracanal medicaments on microorganisms within root canals. Int Endod J. 2004;37:311-9.

134. Micro-mega,HERO Shaper® Brochure [cited 2009 Jun 5]. Available from http://www.micro-mega.com/anglais/produits/heroshaper/images/heroshaperlivret.pdf

135. Miller WA, Eick JD, Neiders ME. Inorganic components of the peritubular dentin in young human permanent teeth. Caries Res. 1971;5:264-78.

136. Mohamed JA, Huang W, Nallapareddy SR, Teng F, Murray BE. Influence of origin of isolates, especially endocarditis isolates, and various genes on biofilm formation by *Enterococcus faecalis*. Infect Immun. 2004;72:3658-63.

137. Molander A, Reit C, Dahlén G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. Int Endod J. 1998;31:1-7.

138. Mônika CM, Fröner IC. A scanning electron microscopic evaluation of different root canal irrigation regimens. Braz Oral Res. 2006;20:235-40.

139. Mounce RE. The K3 Rotary Nickel-Titanium File System. Dent Clin N Am. 2004;48:137-57.

140. Möller AJ, Fabricius L, Dahlén G, Ohman AE, Heyden G. Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. Scand J Dent Res. 1981;89:475-84.

141. Murray PE, Farber RM, Namerow KN, Kuttler S, Garcia-Godoy F. Evaluation of Morinda citrifolia as an endodontic irrigant. J Endod. 2008;34:66-70.

142. Myers KL, Montgomery S. A comparation of weights of debris extruded apically by conventional filling and canal master techniques. J Endodon 1991;17:275-9.

143. Naenni N, Thoma K, Zehnder M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. J Endod. 2004;30:785–7.

144. Naidorf IJ. Inflammation and infection of pulp and periapical tissues. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1972;34:486-97.

145. Nair PN, Sjögren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. J Endod. 1990;16:580-8.

146. Nair PN. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. Crit Rev Oral Biol Med. 2004;15:348-81.

147. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. J Dent Res. 1983;62:1076-81.

148. Oliveira DP, Barbizam JV, Trope M, Teixeira FB. *In vitro* antibacterial efficacy of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007;103:702-6.

149. Ørstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. Endod Dent Traumatol. 1990;6:142-9.

150. Ozok AR, Wu MK, Luppens SB, Wesselink PR. Comparison of growth and susceptibility to sodium hypochlorite of mono- and dual-species biofilms of *Fusobacterium nucleatum* and *Peptostreptococcus (micromonas) micros*. J Endod. 2007;33:819-22.

151. Özgey E, Zıraman F, Kıyan M. Çeşitli irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkilerinin *in vitro* incelenmesi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2000;10:7-13.

152. Pataky L, Iványi I, Grigár A, Fazekas A. Antimicrobial efficacy of various root canal preparation techniques: an *in vitro* comparative study. J Endod. 2002;28:603-5.

153. Peciuliene V, Reynaud AH, Balciuniene I, Haapasalo M. Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. Int Endod J. 2001;34:429-34.

154. Pecora JD, Guimaraes LF, Savioli RN. Surface tension of several drugs used in Endodontics. Braz Dent J. 1991;2:123-7.

155. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP. The effectiveness of different acid irrigating solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation. J Endod. 2006;32:993-7.

156. Peters LB, van Winkelhoff AJ, Buijs JF, Wesselink PR. Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. Int Endod J. 2002;35:13-21.

157. Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF, van Winkelhoff AJ. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. J Endod. 2001;27:76-81.

158. Peters OA, Boessler C, Zehnder M. Effect of liquid and paste-type lubricants on torque values during simulated rotary root canal instrumentation. Int Endod J. 2005;38:223-9.

159. Petes OA, Peters CI. Cleaning and shaping of the root canal system. In: Cohen S Burn RC, editors. Pathways of the Pulps. St Louis, USA:Mosby Year Book. 9th edn. 2006. p:290-356.

160. Petschelt A, Stumpf B, Raab W.Adhesion of root canal sealers with and without smear layer. Dtsch Zahnarztl Z. 1987 Aug;42(8):743-6. German. (İçinde: Schäfer E, Schlingemann R.Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. Int Endod J. 2003;36:208-17).

161. Pinheiro ET, Gomes BP, Ferraz CC, Sousa EL, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. Int Endod J. 2003;36:1-11.

162. Portenier I, Waltimo T, Ørstavik D, Haapasalo M. Killing of *Enterococcus faecalis* by MTAD and chlorhexidine digluconate with or without cetrimide in the presence or absence of dentine powder or BSA. J Endod. 2006;32:138-41.

163. Portenier I, Waltimo TMT, Haapasalo M. *Entrococcus faecalis*-the root canal survivor and 'star' in post treatment disease. Endod Topics. 2003;6;135-59.

164. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1977;44:306-12.

165. Rams TE, Feik D, Young V, Hammond BF, Slots J. *Enterococci* in human periodontitis. Oral Microbiol Immunol. 1992;7:249-52.

166. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. J Endod. 1998;24:180-3.

167. Ringel AM, Patterson SS, Newton CW, Miller CH, Mulhern JM. *In vivo* evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. J Endod. 1982;8:200-4.

168. Rôças IN, Siqueira JF, Santos KRN. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. J Endod. 2004;30:315–20.

169. Rosenthal S, Spångberg L, Safavi K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2004; 98:488-92.

170. Ruiz-Hubard EE, Gutmann JL, Wagner MJ. A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. J Endod. 1987;13:554-8.

171. Sabala GL, Powell SE. Sodium hypochlorite injectioninto periapical tissues. J Endod. 1989;15:490–2.

172. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. Int Endod J. 2008;41:32-40.

173. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers *in vitro*. Int Endod J. 2004;37:193-8.

174. Salzgeber RM, Brilliant JD. An *in vivo* evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. J Endod. 1977;3:394-8.

175. Sassone LM, Fidel R, Fidel S, Vieira M, Hirata R Jr. The influence of organic load on the antimicrobial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine *in vitro*. Int Endod J. 2003;36:848-52.

176. Saunders EM. Hand instrumentation in root canal preparation. Endod Topics. 2005;10:163-167.

177. Schäfer E, Bössmann K. Antimicrobial efficacy of chlorhexidine and two calcium hydroxide formulations against *Enterococcus faecalis*. J Endod. 2005;31:53-6.

178. Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. Int Endod J. 2006;39:203-12.

179. Schäfer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. Int Endod J. 2003;36:199-207.

180. Schäfer E, Lohmann D. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile--Part 2. Cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. Int Endod J. 2002;35:514-21.

181. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. Int Endod J. 2004;37:239-48.

182. Schindler H. Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am. 1974;18:269-96.

183. Sedgley CM, Lennan SL, Appelbe OK. Survival of *Enterococcus faecalis* in root canals ex vivo. Int Endod J. 2005a;38:735-42.

184. Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging *in vitro.* Int Endod J. 2005b;38:97-104.

185. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. J Endod. 1985;11:472-8.

186. Shipper G, Ørstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). J Endod. 2004;30:342-7.

187. Shuping GB, Ørstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. J Endod. 2000;26:751-5.

188. Siqueira JF Jr, Araújo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. J Endod. 1997;23:499-502.

189. Siqueira JF Jr, de Uzeda M. Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. J Endod. 1996;22:674-6.

190. Siqueira JF Jr, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, *in vitro*. Int Endod J. 1997;30:279-82.

191. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. J Endod. 2000;26:331-4.

192. Siqueira JF Jr. Microbial causes of endodontic flare-ups. Int Endod J. 2003;36:453-63.

193. Sirén EK, Haapasalo MP, Ranta K, Salmi P, Kerosuo EN. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. Int Endod J. 1997;30:91-5.

194. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. J Endod 2005;31:669 –71.

195. Sjögren U, Figdor D, Spångberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. Int Endod J. 1991;24:119-25.

196. Slutzky-Goldberg I, Maree M, Liberman R, Heling I. Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. J Endod. 2004;30:880-2.

197. Smith RM, Martell AE. Critical stability constants. New York: Plenum Press, 1976. (İçinde: Zehnder M.Root canal irrigants. J Endod. 2006;32:389-98).

198. Soares F, Varella CH, Pileggi R, Adewumi A, Guelmann M. Impact of Er, Cr:YSGG laser therapy on the cleanliness of the root canal walls of primary teeth. J Endod. 2008;34:474-7.

199. Spångberg L, Engström B, Langeland K. Biologic effects of dental materials: 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics *in vitro*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1973;36:856 –71.

200. Spångberg L, Safavi KE, Kaufman A, Pascon EA. Antimicrobial and toxic effect in vitro of a bisdequalinium acetate solution for endodontic use. J Endod. 1988;14:175-8.

201. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. J Endod. 2006;32:93-8.

202. Sukawat C, Srisuwan T. A comparison of the antimicrobial efficacy of three calcium hydroxide formulations on human dentin infected with *Enterococcus faecalis*. J Endod. 2002;28:102-4.

203. Sum CP, Neo J, Kishen A. What root canals do we leave behind after endodontic treatment? Some issues and concerns. Aus Endod J. 2005;31:94-100.

204. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1998;85:86 –93.

205. Sundqvist G, Johansson E, Sjögren U. Prevalence of black –pigmented *Bacteriodes* species in root canal infections. J Endod. 1989;15:13-9.

206. Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. J Endod. 1992;18:427-30.

207. Tan BT, Messer HH. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. J Endod. 2002;28:658-64.

208. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006;101:250-7.

209. Tanriverdi F, Esener T, Erganiş O, Belli S. An *in vitro* test model for investigation of disinfection of dentinal tubules infected with *Enterococcus faecalis*. Braz Dent J. 1997;8:67-72.

210. Tasman F, Çehreli ZC, Ogan C, Etikan I. Surface tension of root canal irrigants. J Endod. 2000;26:586–7.

211. Taşdemir T, Aydemir H, Inan U, Unal O. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. Int Endod J. 2005;38:402-8.

212. Taşdemir T, Er K, Celik D, Yildirim T. Effect of passive ultrasonic irrigation on apical extrusion of irrigating solution. Eur J Dent. 2008;2:198-203.

213. Tendolkar PM, Baghdayan AS, Shankar N. Pathogenic *Enterococci*: new developments in the 21st century. Cell Mol Life Sci 2003;60:2622-36. (İçinde: Zehnder M.Root canal irrigants. J Endod. 2006;32:389-98).

214. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. J Endod. 1997;23:742-7.

215. Thomson SA. An Overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. Int Endod J. 2000;33:297-310.

216. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. J Endod. 2005;31:533-5.

217. Tronstad L. Scanning electron microscopy of attrited dentinal surfaces and subajacent dentin in human teeth. Scand J Dent Res. 1973;81:112-22.

218. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. J Endod. 2004;30:110-2.

219. Uyanik OM, Cehreli ZC, Ozgen Mocan B, Tasman Dagli F. Comparative evaluation of three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. J Endod. 2006;32:668-71.

220. Uzun O, Topuz O, Aydın C, Alaçam T, Aslan B. Enlarging characteristics of four nickel titanium rotary instrument systems under standardized conditions of operator-related variables. J Endod. 2007;33:1117-20.

221. van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. Int Endod J. 2006;39:472-6.

222. Versümer J, Hülsmann M, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation using Profile .04 and Lightspeed rotary Ni-Ti instruments. Int Endod J. 2002;35:37-46.

223. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1984;58:589-99.

224. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. J Endod. 1988;14:346-51.

225. Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. J Endod. 1976;2:304-11.

226. Walton RE, Torabinejad M. Principles and Practice of Endodontics, 2nd ed.Philadelphia: WB Saunders Co; 1996.p.205-8.

227. Weiger R, Manncke B, Werner H, Löst C. Microbial flora of sinus tracts and root canals of non-vital teeth. Endod Dent Traumatol. 1995;11:15-9.

228. Weine FS. Endodontic Therapy, 5th edn, Mosby, USA, 1996,p.367-8.

229. West JD, Roane JB, Goering AC. Cleaning and shaping the root canal system. In:Cohen S Burn RC,eds.Pathways of the Pulps. 6th ed. St Louis, USA:Mosby Year Book. 1994, p.179-218.

230. Williams CE, Reid JS, Sharkey SW, Saunders WP. *In-vitro* measurement of apically extruded irrigant in primary molars. Int Endod J. 1995;28:221-5.

231. Yang G, Wu H, Zheng Y, Zhang H, Li H, Zhou X. Scanning electron microscopic evaluation of debris and smear layer remaining following use of ProTaper and Hero Shaper instruments in combination with NaOCl and EDTA irrigation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008;106:63-71.

232. Yeşilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. J Endod. 1995;21:513-5.

233. Yguel-Henry S, Vannesson H, von Stebut J. High precision, simulated cutting efficiency measurement of endodontic root canal instruments: influence of file configuration and lubrication. J Endod. 1990;16:418-22.

234. Zairi A, Lambrianidis T. Accidental extrusion of sodium hypochlorite into the maxillary sinus. Quintessence Int. 2008;39:745-8.

235. Zamany A, Safavi K, Spångberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003;96:578-81.

236. Zehnder M, Kosicki D, Luder H, Sener B, Waltimo T. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2002;94:756-62.

237. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod. 2006;32:389-98.

238. Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. Effectiveness in cleaning oval-shaped root canals using Anatomic Endodontic Technology, ProFile and manual instrumentation: a scanning electron microscopic study. Int Endod J. 2005;38:356-63.

9. ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Artvin'de doğdu. İlkokulu İzmir'de, ortaöğrenimini İstanbul'da, lise öğrenimini İstanbul Kabataş Erkek Lisesi'nde tamamladı. İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'ni 1998 yılında kazandı. 2003 yılında bu fakülteden mezun oldu. Aynı yıl On Dokuz Mayıs Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda doktora öğrenimine başladı. Doktora öğreniminin ikinci yılında Selçuk Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı'na yatay geçiş yaptı. Mart-Haziran 2005 tarihleri arasında SOCRATES/ERASMUS programı ile Varşova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Konservatif Dişhekimliği Bölümü'nde doktora eğitim programına devam etti. Halen aynı anabilim dalında doktora öğrencisidir. Evli ve 1 çocuk annesidir.