

K.K.T.C.
YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI YÖNTEMLERLE KEMOMEKANİK PREPARASYON
SONRASI KANAL İÇİ BAKTERİ POPÜLASYONUNDAKİ
AZALMANIN *IN VITRO* OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Diş Hek. Fatma BASMACI

Endodonti Programı

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Meltem DARTAR ÖZTAN

LEFKOŞA

2013

Yakın Doğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Endodonti Anabilim Dalı Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 18.03.2013

İmza

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Nuran ULUSOY

Jüri

Prof. Dr. Meltem D. ÖZTAN

Jüri

Prof. Dr. Mehmet KIYAN

Jüri

Prof. Dr. Hikmet SOLAK

Jüri

Doç. Dr. Atakan KALENDER

ONAY:

Bu tez, Yakın Doğu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İhsan ÇALIŞ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince gerek akademik gerekse hayata dair her türlü bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, tezimin her aşamasında sabrını, hoşgörüsünü ve desteğini her zaman hissettiren, bilimsel çalışma disiplini ve azmini örnek aldığım, saygıdeğer ve çok sevdiğim hocam, danışmanım Prof. Dr. Meltem Dartar Öztan'a, Deney aşamaları sırasında sonsuz anlayış ve sabrıyla imkanlarını esirgemedi bana yardım eden, hayatım boyunca faydalanacağım bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, kendisini tanımaktan şeref duyduğum çok sevgili ve saygıdeğer hocam, Ankara Üniversitesi Temel Tıp Bilimleri Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Mehmet Kıyan'a,

Tez çalışmam boyunca desteğini esirgemeyen sayın dekanım Prof. Dr. Mutahhar Ulusoy'a, saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Nuran Ulusoy'a ve Prof. Dr. Hikmet Solak'a,

Doktora eğitimime başladığım ilk günden itibaren tüm bilgisi, hoşgörüsü ve tecrübesiyle her konuda bana yol gösteren, enerjisi ve tüm samimiyetiyle beni her zaman kardeşi gibi gören, saydığım ve sevdiğim çok değerli hocam, abim Doç. Dr. Atakan Kalender'e,

Çok iyi bir insan ve çalışma arkadaşı olan, birlikte çalıştığım için kendimi çok şanslı hissettiğim, her zaman sonsuz anlayışı ve yardımseverliğiyle arkamda duran Dr. Umut Aksoy ve her konuda yardımlarını esirgemeyen tüm çalışma arkadaşlarıma, Tez çalışmamdaki çok değerli katkıları sebebiyle Ankara Üniversitesi Temel Tıp Bilimleri Biyoistatistik Anabilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. Atilla H. Elhan ve Zeynep Bıyıklı'ya,

Tüm hayatım boyunca bana emek verip sonsuz fedakarlık gösteren ve bu günlere gelmemde desteklerini her zaman hissettiğim canım ailem, babam Nazım Basmacı, annem Zekiye Basmacı ve ablam Emine Monargalı'ya,

Tüm kalbimle sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Basmacı, F. Farklı yöntemlerle kemomekanik preparasyon sonrası kanal içi bakteri popülasyonundaki azalmanın *in vitro* olarak değerlendirilmesi. Yakın Doğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Endodonti Programı, Doktora Tezi, Lefkoşa, 2013.

Enterococcus faecalis ağız boşluğunda bulunan en dirençli mikroorganizma olup sıklıkla inatçı lezyonlardan izole edilmektedir. Kök kanal tedavisinin amacı, kök kanal sisteminin tamamen temizlenmesi, periapikal hastalığın önlenmesi veya iyileşmesi için kanal içi bakteri popülasyonunun ortadan kaldırılması veya azaltılmasını sağlamaktır. Endodontik tedavi sırasında bakterilerin yok edilmesi, mekanik preparasyon, çeşitli antimikrobiyal yıkama solüsyonlarının ve kanal içi medikamanların uygulanması ile sağlanmaktadır. Bu çalışmada 108 adet çekilmiş tek köklü insan alt premolar dişi kemomekanik preparasyon öncesinde *E. faecalis* ile enfekte edildi. Kanal içi bakteri sayılarını belirlemek üzere kemomekanik preparasyon öncesi ve sonrası kök kanallarından kültür alındı. Alınan örneklerden 10 katlık dilüsyonlar yapıldıktan sonra, örnekler koyun kanlı agar besiyerine ekildi, besiyerleri 37 °C’de 24 saat inkübe edildikten sonra her bir plaktaki koloniler sayılıp not edildi ve dişlerden alınan örneklerde bakterilerin CFU/ml değerleri hesaplandı. Örnekler rastgele 12 gruba ayrıldı: Grup 1-A: serum fizyolojik+ Step back, Grup 1-B: %5 NaOCl + %15 EDTA + Step back, Grup 1-C: %5 NaOCl + %7 maleik asit + Step back; Grup 2-A: serum fizyolojik+ Protaper, Grup 2-B: %5 NaOCl + %15 EDTA + Protaper, Grup 2-C: %5 NaOCl + %7 maleik asit + Protaper; Grup 3-A: serum fizyolojik + SAF, Grup 3-B: %5 NaOCl + %15 EDTA + SAF, Grup 3-C: %5 NaOCl + %7 maleik asit + SAF, Grup 4-A: serum fizyolojik+ Reciproc, Grup 4-B: %5 NaOCl + %15 EDTA + Reciproc, Grup 4-C: %5 NaOCl + %7 maleik asit + Reciproc. Preparasyon öncesi ve sonrası alınan örneklerden elde edilen sonuçlar gruplar arası farklılıklar yönünden tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated measures ANOVA) ile, ikili karşılaştırmalar ise Dunn’s Post Hoc testi ile yapıldı. Kemomekanik preparasyon öncesi ve sonrası kök kanallarından elde edilen bakteri sayılarında tüm gruplarda istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulundu ($p<0.001$).

Gruplar arasında karşılaştırma yapıldığında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunan gruplar; Grup 3A ile Grup 2B ($p=0.001$), Grup 2C ($p=0.033$), Grup 1B ($p<0.001$), Grup 1C ($p<0.001$), Grup 4C ($p=0.003$); Grup 1C ile Grup 4A ($p<0.001$), Grup 4B ($p=0.040$), Grup 2A ($p=0.007$), Grup 3C ($p=0.002$); Grup 1B ile Grup 4A ($p=0.019$). Çalışmada kullanılan preparasyon yöntemlerinin kanal içi *E. faecalis* sayısının azaltılmasında etkili olduğu saptandı. Tek ege sistemleri bakteri popülasyonundaki azalmada çoklu ege sistemleri ile benzer sonuçlar gösterdiği görüldü. Kök kanallarındaki *E. faecalis* sayısının azaltılmasında % 7 maleik asit veya % 15 EDTA ile yıkama işlemi yapılan gruplarda steril serum fizyolojik ile yıkama gerçekleştirilen kontrol gruplarına göre daha iyi sonuçlar elde edildiği belirlendi.

ABSTRACT

Basmacı, F. *In vitro* evaluation of reducing in bacteria populations within root canals after different chemomechanical preparation procedures. Near East University Institute of Health Sciences, PhD Thesis in Endodontics, Lefkoşa, 2013.

Enterococcus faecalis is the most frequently isolated species in root filled teeth with persistent lesions. The purpose of the root canal treatment is to completely debride and disinfect the root canal system and to eradicate intracanal bacteria populations or at least reduce them to a level below that necessary to prevent periapical disease or allow its resolution. Eradication of microorganisms during endodontic treatment is accomplished mainly by a combination of mechanical instrumentation, various antiseptic irrigation solutions and intracanal medicaments. In this study, a total of 108 extracted human lower bicuspid with a single root canal were infected with *E. faecalis* before chemomechanical preparation. Bacterial samples were taken from root canals before and after chemomechanical preparation, and bacterial counts were detected for each canal. After 10-fold serial dilutions, samples were plated onto blood agar plates at 37 °C for 24 h and colony-forming units grown were counted. Samples were divided randomly into 12 groups, as follows: Group 1-A: sterile PBS+ Step back, Group 1-B: 5% NaOCl + 15% EDTA + Step back, Group 1-C: 5% NaOCl + 7% maleic acid + Step back; Group 2-A: sterile PBS+ Protaper, Group 2-B: 5% NaOCl + 15% EDTA + Protaper, Group 2-C: 5% NaOCl + 7% maleic acid + Protaper; Group 3-A: sterile PBS+ SAF, Group 3-B: 5% NaOCl + 15% EDTA + SAF, Group 3-C: 5% NaOCl + 7% maleic acid + SAF, Group 4-A: sterile PBS+ Reciproc, Group 4-B: 5% NaOCl + 15% EDTA + Reciproc, Group 4-C: 5% NaOCl + 7% maleic acid + Reciproc. Repeated measures of ANOVA was used to analyze statistically differences among groups, and Dunn's post hoc test was used for multiple comparisons. All techniques and irrigation regimens significantly reduced the number of bacterial cells in the root canals ($p < 0.001$). When comparisons were done between groups, significant differences were observed between Grup 1B and Grup 4A ($p = 0.019$); Grup 1C and Grup 4A

($p < 0.001$), Grup 4B ($p = 0.040$), Grup 2A ($p = 0.007$), Grup 3C ($p = 0.002$); Grup 3A and Grup 2B ($p = 0.001$), Grup 2C ($p = 0.033$), Grup 1B ($p < 0.001$), Grup 1C ($p < 0.001$), Grup 4C ($p = 0.003$). All instrumentation techniques efficiently reduced *E. faecalis* counts. Single-use files can offer antibacterial results comparable with traditional instruments. Final irrigation with 7% maleic acid or 15% EDTA are more efficient than steril PBS in reducing *E. faecalis* counts.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
TABLolar DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Kök Kanallarının Mikrobiyal Florası	5
2.2. Enterokoklar	10
2.2.1. <i>E. faecalis</i>	11
2.2.1.1. <i>E. faecalis</i> ' in Yaşam ve Virülans Faktörleri	12
2.2.1.2. Enfekte Kök Kanallarında <i>E. faecalis</i> 'in Varlığı	13
2.2.1.3. <i>E. faecalis</i> 'in Endodontik Açıdan Önemi	14
2.3. Kök Kanallarının Kemomekanik Preparasyonu	17
2.3.1. Kök Kanallarının Şekillendirme Yöntemleri	17
2.3.1.1. Apikalden Koronale Doğru Uygulanan Şekillendirme Yöntemleri	19
2.3.1.2. Koronalden Apikale Doğru Uygulanan Şekillendirme Yöntemleri	20
2.3.1.2.1. ProTaper	25

2.3.1.3. Endodontide Kök Kanal Preparasyonunda Kullanılan Yeni Sistemler	28
2.3.1.3.1. Self-Adjusting File (SAF)	28
2.3.1.3.2. Reciproc	31
2.3.2. Kök Kanallarının Yıkınması İşlemi	32
2.3.2.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	36
2.3.2.2. Etilen Diamin Tetraasetik asit (EDTA)	42
2.3.2.3. Maleik Asit	44
3. GEREÇ VE YÖNTEM	45
3.1. Deneyde Kullanılan Dişlerin Hazırlanması	45
3.2. Çalışmada Kullanılan Mikroorganizmalar	47
3.3. Liyofilize Haldeki Standart Mikroorganizmaların Üretilmesi	47
3.4. Mikroorganizmaların Deney İçin Hazırlanması	48
3.5. Mikroorganizma Süspansiyonlarındaki CFU/ml Değerlerinin Belirlenmesi	48
3.6. Deney Gruplarının Oluşturulması	49
3.7. Dişlerden Bakteri Sayımı Yapmak İçin Preparasyon Öncesi Örneklerin Alınması	50
3.8. Dişlerden Alınan İlk Örneklerden Bakteri Sayımı Yapılması	51
3.9. Kök Kanallarının Mekanik Preparasyonu	52
3.10. Kök Kanallarının Yıkınması	55
3.11. Kök Kanallarının Kemomekanik Preparasyonundan Sonra Dişlerden Bakteri Sayımı Yapmak İçin Örnek Alınması	56
3.12. Dişlerden Preparasyon Sonrası Alınan Örneklerden Bakteri Sayımı Yapılması	57

3.13. İstatistiksel Analiz	59
4. BULGULAR	60
5. TARTIŞMA	71
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
KAYNAKLAR	95
YAYINLAR	130

SİMGELER VE KISALTMALAR

CHX	Klorheksidin
EDTA	Etilen diamin tetraasetik asit
g	Gram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N/cm	Newtom/santimetre
NaOCl	Sodyum hipoklorit
SEM	Scanning electron microscope
#	Numara
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
μL	Mikrolitre
μm	Mikrometre
°C	Santigrat derece
Ni-Ti	Nikel titanyum
spp	Species plural
CFU	Colony forming unit
BHIB	Brain Heart Infusion Broth
PBS	Phosphate Buffered Saline
NaCl	Sodyum klorür
dk	Dakika
sn	Saniye

PMNL Poli morfo nükleer lenfosit

Ca(OH)₂ Kalsiyum hidroksit

ŞEKİLLER

3.1. Kök boyu 14 mm olacak şekilde kronları kesilmiş ve apeksi kompozit rezinle kapatılmış örnek.	46
3.2. Eppendorf tüpleri içerisinde yerleştirilmiş dişlerin otoklavlanabilen taşıyıcı kutuya yerleştirilmiş görüntüsü.	47
3.3. Otomatik pipet yardımıyla kök kanalına konulan 20 µl <i>E. faecalis</i> süspansiyonunun #15 K-tipi eğe ile tüm kanala itilmesi işlemi.	50
3.4. Bakteri süspansiyonunun vorteks cihazında titreşime tabi tutulması.	51
3.5. Örneklerin kemomekanik preparasyon işlemlerinin gerçekleştirildiği “Laminair flow cabinet”’in görüntüsü.	52
3.6. Grup 2A, 2B ve 2C’deki kök kanallarının preparasyonunda kullanılan X-Smart endodontik motor ve ProTaper eğe sistemi.	53
3.7. Grup 3A, 3B ve 3C’deki kök kanallarının preparasyonunda kullanılan SAF eğesi, RDT3 başlık ve Vatea irrigasyon cihazı.	54
3.8. Grup 4A, 4B ve 4C’deki kök kanallarının preparasyonunda kullanılan Reciproc sistemine ait VDW.SILVER motor ve R25 eğesinin görüntüsü.	55
3.9. Deney öncesi ve sonrası alınan örneklerden elde edilen bakteri süspansiyonlarının yayıldığı % 5 koyun kanlı agar besiyerlerinin görüntüsü.	58
3.10. % 5 koyun kanlı agar besiyeri içeren plaklarda bakteri kolonilerinin sayılması.	59
4.1. 1A, 1B ve 1C gruplarındaki deney öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiği.	61
4.2. 2A, 2B ve 2C gruplarındaki deney öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiği.	62

4.3. 3A, 3B ve 3C gruplarındaki deney öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiğı.	63
4.4. 4A, 4B ve 4C gruplarındaki deney öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiğı.	64
4.5. Tüm gruplarda preparasyon öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiğı.	65
4.6. 1A, 2A, 3A ve 4A gruplarının preparasyon öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiğı.	66
4.7. 1B, 2B, 3B ve 4B gruplarının preparasyon öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiğı.	68
4.8. 1C, 2C, 3C ve 4C gruplarının preparasyon öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiğı.	69

TABLOLAR

4.1. Step-back yöntemi ile prepare edilen örneklerde yıkama solüsyonlarına göre deney öncesi ve deney sonrası bakteri sayısı değerleri (Ortalama±Standart sapma).	61
4.2. ProTaper döner eğe sistemi ile prepare edilen örneklerde yıkama solüsyonlarına göre deney öncesi ve deney sonrası bakteri sayısı değerleri (Ortalama±Standart sapma).	62
4.3. SAF sistemi ile prepare edilen örneklerde yıkama solüsyonlarına göre deney öncesi ve deney sonrası bakteri sayısı değerleri (Ortalama±Standart sapma).	63
4.4. Reciproc tek eğe sistemi ile prepare edilen örneklerde yıkama solüsyonlarına göre deney öncesi ve deney sonrası bakteri sayısı değerleri (Ortalama±Standart sapma).	64
4.5. Yıkama solüsyonu olarak % 0.85 steril salin solüsyonu kullanılan örneklerin mekanik preparasyon teknikleri açısından karşılaştırılmaları (Ortalama±Standart sapma).	66
4.6. Yıkama solüsyonu olarak % 5 NaOCl+ % 15 EDTA kullanılan örneklerin mekanik preparasyon teknikleri açısından karşılaştırılmaları (Ortalama±Standart sapma).	67
4.7. Yıkama solüsyonu olarak % 5 NaOCl+ % 7 Maleik asit kullanılan örneklerin mekanik preparasyon teknikleri açısından	69

karşılaştırılmaları (Ortalama $\pm$ Standart sapma).

- 4.8. Preparasyon sonrasında bakteri sayısındaki azalma oranlarının
yüzde (%) değerleri. 70

1. GİRİŞ

Normal koşullar altında, pulpa ve dentin sterildir, mine ve sement sayesinde oral mikroorganizmalardan izole edilmiştir. Bu koruyucu tabakaların bütünlüğünün bozulduğu durumlarda dentin-pulpa kompleksi, ağız ortamına açılır ve enfeksiyon gelişir. Germ-free sıçanların dişlerinin pulpaları ağız boşluğuna açık bırakıldığında pulpa ve periapikal dokularda hiçbir patolojik değişiklik meydana gelmemesine rağmen, aynı deney germ-free olmayan sıçanlarda yapıldığında pulpa nekrozu ve periapikal lezyon geliştiği gözlenmiştir (Kakehashi ve diğerleri, 1965). Bu durum periapikal lezyonun gelişmesinde bakterilerin rolünün önemini ortaya koymaktadır.

Kök kanal tedavisinin temel amacı, vital dokuların, nekrotik artıkların ve mikroorganizmaların kök kanal sisteminden tamamen uzaklaştırılmasıdır. Kök kanal sistemindeki mikrobiyal enfeksiyonun elimine edilmesi veya yeniden enfekte olmasını önlemek için; kök kanal sisteminin doğal formuna uygun olarak şekillendirilmesi, yıkanması, dezenfeksiyonu, sızdırmaz bir şekilde üç boyutlu olarak doldurulması ve uygun koronal restorasyonunun yapılması gerekmektedir. Kök kanal sisteminin şekillendirme ve yıkanması işlemlerinin ideal bir şekilde uygulanması kanalın dezenfeksiyonunda en önemli faktörlerdir (Haapasalo ve diğerleri, 2005; Heard ve Walton, 1997; Retamozo ve diğerleri, 2010; Vincenzi ve diğerleri, 2011).

İnsan vücudunun diğer birçok yerinde, enfeksiyona sebep olan mikroorganizmaları elimine etmeye yeterli olan konak değerleri, dişin ve kök kanalının özel anatomisi ve fizyolojisi nedeniyle, endodontik enfeksiyonların tamamen elimine edilmesinde yetersiz kalmaktadırlar. Bundan dolayı, endodontik enfeksiyonların kontrolü hem konağa hem de tedavi faktörlerine bağlıdır. Enfeksiyonun eliminasyonu ve apikal lezyonun iyileşmesi bu kooperasyonun başarılı olmasıyla mümkün olmaktadır (Haapasalo ve diğerleri, 2005).

Kök kanal sisteminin kompleks bir anatomiye sahip olması (Nair ve diğerleri, 2005), yaygın endodontik enfeksiyonların varlığı (Soares ve diğerleri, 2006), dentinin antiseptik ajanların aktivitesini azaltmadaki etkisi (Portenier ve diğerleri, 2001), antimikrobiyal ajanların göreceli difüzyon kabiliyetinin olması (Nerwich ve

diğerleri, 1993), biyofilm formasyonu (Distel ve diğerleri, 2002) ve enfekte kök kanalında bulunan bazı bakterilerin antimikrobiyal direncinin olması (Soares ve Pires Junior, 2006) gibi faktörler mikroorganizmaların kök kanalından tamamen elimine edilmesini engeller (Fabricius ve diğerleri, 2006; Molander ve diğerleri, 2007; Siqueira ve diğerleri, 2008; Waltimo ve diğerleri, 2005). Bunun sonucunda, pulpa boşluğu ve dentin kanallarında çok sayıda bakteri ve bakteriyel artıkların bulunması, tekrarlayan enfeksiyonlara veya iyileşmeyen periapikal enflamasyona sebep olmaktadır (Menezes ve diğerleri, 2003; Tirali ve diğerleri, 2009).

Enfekte kök kanalının farklı bölgelerindeki mikroorganizma sayısı 10^2 ile 10^8 arasında bulunabilmektedir (Sundqvist, 1992). Kök kanallarından örnek alınması ve anaerop bakterilerin detaylı kültürlerinin yapılabilmesi için daha ileri tekniklerin geliştirilmesi sonucu, enfekte kök kanallarındaki mikrobiyal floranın kompozisyonu daha kesin olarak belirlenebilmiştir (Baumgartner ve diğerleri, 1999).

Enfekte kök kanallarındaki mikroorganizmaların baskın olarak zorunlu anaerop bakteriler olduğu, ancak bunların yanında *Enterococcus faecalis* gibi fakültatif anaerop bakterilerin de sıklıkla bulunduğu bildirilmiştir (Molander ve diğerleri, 1998; Sundqvist ve diğerleri, 1998). *E. faecalis*, ağız boşluğunda bulunan en dirençli mikroorganizma olup sıklıkla inatçı enfeksiyonlardan izole edilmektedir (Molander ve diğerleri, 1998; Peciulienė ve diğerleri, 2000; Roças ve diğerleri, 2004a; Sundqvist ve diğerleri, 1998). Dentin yüzeyine bağlanması, dentin tübüllerinin içine invaze olması ve biyofilm tabakası oluşturması gibi özellikleri nedeniyle kök kanal tedavisinde kullanılan birçok yıkama solüsyonu ve medikamana karşı direnç göstermektedir (Chivatxaranukul ve diğerleri, 2008). Genellikle fakültatif anaerop bakteriler zorunlu anaeroplara göre antimikrobiyal etkenlere ve mekanik preparasyona karşı daha dirençlidirler (Evans ve diğerleri, 2002). Klinik olarak iyileşmeyen inatçı enfeksiyonlar ve başarısız endodontik tedavilerde kök kanallarında fakültatif anaerop bakterilerin varlığı bildirilmiştir (Molander ve diğerleri, 1998).

Mekanik enstrümantasyon, antimikrobiyal solüsyonlarla kanalın yıkanması ve seanslar arasında kanal içi medikamanların yerleştirilmesi sonrasında kanal içindeki

bakteri sayısı önemli derecede azalmaktadır (Aydın ve diğerleri, 2007). Kök kanallarının şekillendirilmesinde geleneksel olarak kullanılan paslanmaz çelik eğelere alternatif olarak nikel-titanyum döner ege sistemleri geliştirilmiştir. ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) kesici kısımlarının tüm uzunluğu boyunca artan taper yapısı, dış bükey üçgen kesiti ve kesici olmayan uç tasarımına sahip olan bir Ni-Ti döner ege sistemidir. Bu sistem uygun boyut ve açılardaki birden fazla eğin sırasıyla kullanılması sonucu kök kanalının orjinal yapısına uygun olarak genişletilmesine imkan sunmaktadır. Yapılan çalışmalarda, ProTaper sistemleri ile genişletilmiş kök kanallarında prepare edilmemiş alanların varlığı görülmüştür (Paque ve diğerleri, 2005; Schafer ve Vlassis, 2004).

Son yıllarda, kök kanalının genişletilmesi işleminde tek eğeli sistemlere geçilmiştir. Bu amaçla üretilen Self-adjusting file (SAF) (ReDent-Nova, Ra'anana, Israel) eğesi içi boş kafesli bir yapıya sahip olup kök kanallarına üç boyutlu adaptasyon sağlamaktadır. SAF eğesi özel bir irrigasyon apareyi (Vatea, ReDent-Nova) ile kullanılarak preparasyon sırasında kök kanallarında devamlı yıkama işlemi gerçekleşmesini sağlar (Metzger ve diğerleri, 2010b). Diğer bir tek ege sistemi olan Reciproc (VDW GmbH, Munich, Germany); resiprokasyon hareketi ile kullanılan F2 ProTaper egesinden esinlenerek geliştirilmiştir (Yared, 2008). Reciproc eğesi M-wire Ni-Ti' den yapılmış olup her bir kanalda bir kez kullanılmak üzere üretilmiştir. Bu sistem üç farklı boyutta eğelerden (R25, R40, R50) oluşmakta ve kök kanalının çapına uygun olan ege seçilerek kanal preparasyonu tek bir ege ile tamamlanmaktadır (Alves ve diğerleri, 2012).

Kök kanalından doku artıklarının ve mikroorganizmaların uzaklaştırılabilmeleri için mekanik temizliğin yanısıra yıkama solüsyonlarının antimikrobiyal etkilerinden de faydalanılması gerekmektedir. Kanal tedavisi sırasında en çok kullanılan ve güçlü antimikrobiyal etkiye sahip kök kanalı yıkama solüsyonu sodyum hipoklorit (NaOCl)'dir. Şelasyon ajanları, organik asitler ve sodyum hipoklorit gibi birçok kimyasal solüsyon ve bunların kombinasyonları smear tabakasını kaldırmada kullanılmaktadır. Kanal tedavisinde en çok kullanılan şelasyon ajanı EDTA (etilendiamintetraasetikasit)'dir. Son yıkamada EDTA ve NaOCl 'in

birlikte kullanılmasıyla smear tabakasının etkili bir şekilde kaldırıldığı gözlenmiştir (Zehnder, 2006). Son zamanlarda EDTA solüsyonuna alternatif olarak toksisitesi daha düşük olan ve smear tabakasını daha etkili kaldırdığı gözlenen maleik asit önerilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, tek eğeli sistemler (SAF, Reciproc) ile birden fazla eğe kullanılarak mekanik temizlemenin yapıldığı sistemlerin (ProTaper, manuel preparasyon) ve farklı yıkama solüsyonlarının (% 5'lik NaOCl, % 15'lik EDTA, % 7'lik Maleik asit) *E. faecalis* üzerindeki antibakteriyel etkinliklerini *in vitro* olarak karşılaştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Kök Kanallarının Mikrobiyal Florası

Pulpa ve dentin dokusu mine ve sement tarafından örtülerek oral kavitedeki ekzojen maddelerden korunan fonksiyonel bir doku kompleksidir. Pulpası kapalı ve canlı olan bir dişin kök kanalları bakteri içermez ve sterildir. Enfeksiyon varlığında, pulpa-dentin kompleksi patojenik bakterilere karşı bir doku cevabı meydana getirir. Oluşan bu doku cevabına rağmen enfeksiyonun ilerlemesi durumunda kök kanalına invaze olan bakterilerin sayısı giderek artar ve bu durum pulpal hastalıkların gelişmesine yol açar. Bakteriler pulpa dokusuna; çürük, travma, periodontal hastalık, kök rezorpsiyonu, marjinal sızıntı, kavite veya kron preparasyonu ve anakorezis gibi yollarla ulaşabilirler (Love ve Jenkinson, 2002).

Bakteriler genellikle derin dentin çürüğünün pulpaya açılması veya restorasyonların etrafında meydana gelen koronal mikrosızıntı yoluyla pulpaya invaze olurlar. Dentin çürüğünde baskın olarak bulunan bakteri türleri çürüğün farklı bölgelerinde değişiklik gösterebilir. Çürük dentinin yüzeyinde sıklıkla *Streptococcus mutans* gibi fakültatif bakteriler izole edilirken, çürük kavitesinin tabanındaki mikrofloranın yapısı daha karmaşık olup baskın olarak *Eubacterium*, *Propionibacterium* ve *Bifidobacterium* gibi Gram-pozitif anaerob çomaklar, *Actinomyces* ve *Lactobacillus* türleri bulunmaktadır. Kök çürüklerinden izole edilen başlıca bakteri türü ise *Actinomyces naeslundii (viscosus)*' dur (Love ve Jenkinson, 2002). Travma sonucu periodonsiyumun hasara uğramış kan damarları vasıtasıyla periodontal cepteki bakteriler, nekroz olmuş pulpaya ulaşabilirler. Bunların yanı sıra, bakterilerin nekrotik dişlerin pulpalarına bakteriyemiye takiben, genel kan dolaşımından da ulaşabileceği varsayılmaktadır. Bu fenomen 'anakorezis' olarak bilinmektedir (Drucker ve diğerleri, 1997).

Kök kanallarındaki mikrofloranın araştırılmasında transmisyon elektron mikroskobu, ışık mikroskobu ve kültür teknikleri kullanılmaktadır. Fakat bütün bu teknikler, enfekte kök kanallarının gerçek mikrobiyal topografisinin belirlenmesinde

bir takım sınırlamalara sahiptirler (Şen ve diğerleri, 1995). Son zamanlarda bu tekniklere alternatif olarak 16S rRNA analizinin kullanılması ile oral kavite mikroflorasının önemli bir kısmını oluşturan seçici, yavaş büyüyen ve henüz kültüre edilmemiş bakterilerin belirlenebilmesi sağlanmıştır (Ribeiro ve diğerleri, 2011).

Kök kanal enfeksiyonlarının polimikrobiyal bir yapıda olduğu bildirilmiştir. Nekrotik kök kanalındaki mikroorganizmaların lokalizasyonu ve floranın kompozisyonu; kök kanalındaki oksijen miktarı (redoks potansiyeli), mikroorganizmaların besinlere ulaşabilmesi ve uygun besin bulabilmesi, bakteriler arası sinerji ve mücadele, konak savunması gibi bazı lokal faktörlerin etkisi altındadır (Haapasalo ve diğerleri, 2005). Enfekte kök kanallarındaki mikrofloranın kompozisyonunu saptamak için mikrobiyolojik örneklerin alınması sonucu, kök kanallarından izole edilen bakteri türleri ve bunların oranlarıyla ilgili farklı bulgular elde edilmiştir. Örnek alındığı anda enfeksiyonun hangi safhada olduğu, ekimin yapılacağı besiyerinin tipi, inkübasyon koşulları, kullanılacak mikroskop ve boyama yöntemi gibi birçok faktör enfekte bir kök kanalındaki bakterilerin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Baumgartner ve diğerleri, 1999).

Oral kavitedeki tüm mikroorganizmalar kök kanal sistemine girebilmesine rağmen, kök kanal ortamındaki besin varlığı, ortamın pH'ı, düşük oksijen potansiyeli, ısı, bakteri etkileşimleri ve konak direnci gibi faktörler nedeniyle enfekte kök kanallarından izole edilen bakteri türlerinin sayısı daha sınırlıdır.

Primer endodontik enfeksiyon varlığında kök kanal mikroflorası çoğunlukla anaerop mikroorganizmalardan oluşur. Ancak anaeroplara pulpal ve periodontal hastalıkların etiyolojisinde sekonder ajanlar olup, sebep oldukları enfeksiyonlar daha önceden aerob ve fakültatif anaeroplara yaptıkları enfeksiyonu takiben nekrotik dokuda, kan dolaşımının bozulduğu yerlerde oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarının azaldığı derin dokularda gelişir (Baumgartner ve diğerleri, 1999).

Enfeksiyonun sebebi baskın olarak zorunlu anaerobik mikroorganizmalar olabileceği gibi, *Actinomyces*, *Lactobacillus* ve *Streptococcus* gibi mikroaerofilik ve fakültatif bakteriler de enfeksiyona eşlik etmektedir (Haapasalo ve diğerleri, 2005).

Kök kanallarından sıklıkla izole edilen bakterilere örnek olarak, *Streptococcus*, *Fusobacterium*, *Prevotella*, *Porphyromonas*, *Eubacterium*, *Peptostreptococcus*, *Bacteroides* ve *Lactobacillus* türleri verilebilir (Drucker ve diğerleri, 1997). Oral kavite ve kök kanalındaki mikrobiotanın halen kültüre edilemeyen birçok türü olduğu bilinmektedir (Ulusoy ve Görgül, 2006). Son yıllarda mikrobiyolojik kültür ve biyokimyasal metodlara alternatif olarak geliştirilen moleküler teknikler, enfekte kök kanallarından daha fazla mikrobiyal patojen tespit edilmesini sağlamıştır (Chu ve diğerleri, 2005). Bunlar; *Tannerella forsythensis* (*Bacteroides forsythus*) (Siqueira ve Roças, 2003a), *Treponema denticola* (Siqueira ve diğerleri, 2001b) ve *Dialister pneumosintes* (Siqueira ve Roças, 2003b) türleridir.

Bazı gram-negatif bakteri türlerinin, özellikle de siyah pigmentli anaeroplardan (*Porphyromonas*, *Prevotella*), *Peptostreptococcus* ve *Fusobacterium* türlerinin kök kanalındaki semptomatik enfeksiyonlarda sıklıkla bulunduğu bildirilmiştir (Gomes ve diğerleri, 2004; Khemaleelakul ve diğerleri, 2002; Pinheiro ve diğerleri, 2003a; Siqueira ve diğerleri, 2001a). Gram-negatif bakterilerden çevreye salınan endotoksinler dentine invaze olduktan sonra 24 saat içerisinde sementte ulaşarak, nörotransmitterlerin ve periapikal bölgedeki sinir liflerinin etrafındaki vazoaktif maddelerin artışına katkıda bulunup ağrıyı başlatabilirler (Valera ve diğerleri, 2010). Semptomatik dişlerdeki bakteri topluluklarının kompozisyonu asemptomatik dişlerden önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Siqueira ve diğerleri, 2004). Bu farklılık, semptomatik vakalarda baskın türlerin değişmesi ve daha fazla sayıda bakteri türünün bulunması ile açıklanabilir. Endodontik enfeksiyonlarda semptomların gelişmesinde sadece belirli bir türün değil, bazı özel bakteri türlerinin birbirleriyle sinerjik etkileşime girmelerinin etken olabileceği düşünülmektedir (Gomes ve diğerleri, 2004; Khemaleelakul ve diğerleri, 2002; Pinheiro ve diğerleri, 2003a; Siqueira ve Roças, 2004). Semptomatik vakalarda baskın olarak bulunan siyah pigmentli bakteriler ve diğer bakteri türlerinin gram-pozitif fakültatif mikroorganizmalar özellikle de streptokoklarla sinerjik bir etkileşim içinde oldukları görülmüştür (Skucaite ve diğerleri, 2009). Her ne kadar yapılan çalışmalarda semptomatik apikal periodontitisin etiyolojisinde bazı spesifik mikroorganizmaların özellikle de siyah pigmentli bakterilerin rol oynadığı savunulsa da, bazı çalışmalarda

genellikle semptomlarla ilişkilendirilmiş bakteri türlerinin asemptomatik vakalarda da aynı sıklıkla görüldüğü bulunmuştur (Baumgartner ve diğerleri, 1999; Jung ve diğerleri, 2000; Siqueira ve diğerleri, 2000a). Çalışmalar, siyah pigmentli bakteriler ile klinik semptomlar arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemli olmadığını ortaya koymuştur (Baumgartner ve diğerleri, 1999; Jung ve diğerleri, 2000).

Kök kanalının mikroflorası, pulpanın ağız ortamına açık veya kapalı olmasına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Ağız ortamına açık ve ağız sıvıları ile temas halinde olan kök kanallarından aerop ve ağız florası ile benzer çok sayıda mikroorganizma izole edilirken, kapalı kanallara ait mikroflora daha az çeşitliliğe sahip olup anaerop mikroorganizmalar daha sık olarak izole edilmiştir (Ando ve Hoshino, 1990).

Primer apikal periodontitiste monoenfeksiyonlara rastlanmazken, kök kanalları önceden doldurulmuş ve endodontik tedavinin başarısızlıkla sonuçlandığı apikal periodontitisli dişlerde ekolojik ortam değişmekte ve *E. faecalis* sıklıkla saf kültür olarak bulunmaktadır. Bununla birlikte, *E. faecalis* sıklıkla streptokoklarla, laktobasillerle, diğer fakültatif bakterilerle ve aynı zamanda anaerobik bakterilerle de birlikte bulunmaktadır. Gram-negatif enterik çomaklar (örneğin; Koliformlar ve *Pseudomonas* spp.) ve mantarlar sadece kök kanalları önceden doldurulmuş ve endodontik tedavinin başarısızlıkla sonuçlandığı apikal periodontitisli dişlerden izole edilmektedir (Molander ve diğerleri, 1998; Peciulienė ve diğerleri, 2000; Roças ve diğerleri, 2004a; Siqueira ve Roças, 2004). Endodontik tedavinin uzun dönem başarısızlığında önemli olan mikrobiyal faktörler, bakterinin fagositoza karşı *in vivo* dirençliliği ve kök kanal sisteminde değişen ekolojik şartlar içinde sınırlı besin kaynağı ile yaşayabilme özellikleridir (Peciulienė ve diğerleri, 2000).

Ana kanaldaki enfeksiyona sebep olan mikroorganizmalar kemomekanik preparasyon ile elimine edilebilirler. Bununla birlikte, birçok örnekte bakteriler dentin kanalcıkları, yan kanallar, kök kanalındaki düzensizlikler ve 375 µm'ye kadar ulaşabilen çeşitli derinliklerde dentin tübülleri içerisine de penetre olabilmektedirler (Peters ve diğerleri, 2001a). Dentin kanalcıklarına, yan kanallara ve diş dokusunun derinliklerine yerleşen bakterilerin mekanik şekillendirme ile elimine edilebilmesi

oldukça zordur. Ayrıca, bakterilerin dentin tübülleri gibi ulaşılamayan bölgelerde lokalize olmaları, antibakteriyel ajanlara karşı da hayatta kalmalarına imkan sağlamaktadır (Matsuo ve diğerleri, 2003). Yapılan çalışmalar, apikal periodontitis vakalarının % 50-80'inde mikroorganizmaların dentine invazyonunu bildirmektedir (Haapasalo ve diğerleri, 2005; Ørstavik ve Haapasalo, 1990; Peters ve diğerleri, 2001a). İnvaze olan bakterilerin çoğunlukla Gram-pozitif fakültatif ve anaerobik koklar ve çomaklar olduğu, daha az sıklıkta ise Gram-negatif türlerin invaze olduğu bildirilmektedir (Ando ve Hoshino, 1990; Haapasalo ve diğerleri, 2005; Matsuo ve diğerleri, 2003). Mikroorganizmaların dentin tübüllerine penetre olabilme kabiliyeti, bakteri türlerinin cinsine, boyutuna, adezyon yeteneğine ve zamana bağlı olabileceği gibi kişinin yaşıyla birlikte kök kanal lümeninin çapındaki azalmayla da ilişkilidir. Yaşın artmasıyla beraber dentinde meydana gelen sklerotik değişimler sonucu tübüllere invaze olan mikroorganizma sayısı azalır (Kakoli ve diğerleri, 2009). Enterokoklar, streptokoklar, aktinomiçesler ve laktobasillerin çoğu; hareketsiz olmalarına rağmen en çok invaze olan türlerdir. Bundan dolayı, dentin tübüllerine invazyonun derecesinin bakteriyel hareketlilikle ilgisinin olmadığı söylenebilir. Mikroorganizmaların dentin tübülleri içine invazyonunda bölgesel farklılıklar görülür; servikalden apikal bölgeye gidildikçe dentin tübüllerinin sayısının azalmasıyla doğru orantılı olarak dentin tübülleri içine invaze olan mikroorganizma sayısı da azalmaktadır (Matsuo ve diğerleri, 2003). Kronik apikal periodontitiste kökün apeksinde sıklıkla görülen ve sementin kaybına neden olan yüzeyel kök rezorbsiyonu, bakterilerin dentine penetrasyonunu ve tüm kök kalınlığı boyunca invaze olmalarını kolaylaştırmaktadır (Valderhaug, 1974).

Bakterilerin yeni oluşan çevresel ve biyolojik koşullara uyum göstermelerini sağlayan etkili bir adaptif mekanizmalarının olduğu bilinmektedir. Biyofilm tabakası; bakteri hücrelerinin bir araya gelerek kendi ürettikleri ekzopolimerik matriks ile canlı veya cansız bir yüzeye tutunmaları sonucu oluşturduğu yüksek dereceli organize yapılardır (Costerton ve diğerleri, 1999). Enfekte kök kanallarında dentin yüzeyinde bazı spesifik bakteri türlerince oluşturulan biyofilm tabakası antimikrobiyal ajanların süperfisyal tabakaya ulaşmasını ve etki etmesini sınırlar (Stewart ve Costerton, 2001). Biyofilmin en dış kısımlarına sonradan lokalize olan bakteriler besin

maddelerine ve oksijene, derinlerde olanlara göre daha rahat ulaşırlar. Bu durum da bakteri popülasyonu içinde bir heterojenliğe yol açar (Costerton ve diğerleri, 1999).

2.2 Enterokoklar

1980’lerde Enterokoklar, D grubu hücre duvarı antijenine (glycerol teichoic acid) sahip olduklarından dolayı D grubu streptokoklar olarak sınıflandırılmışlardır. 1984 yılında, enterokok ve nonenterokok D grubu streptokoklar fizyolojik özellikleri ve nükleik asit analizi (DNA-DNA ve DNA-RNA hibridizasyon teknikleri) ile birbirlerinden ayırt edilmiş ve D grubu streptokoklar *Enterococcus* adı altında toplanmışlardır (Portenier ve diğerleri, 2003).

Enterokoklar tek başlarına çiftler ve kısa zincirler halinde bulunabilen küre veya ovoid şekilli hareketsiz gram-pozitif fakültatif anaerob koklardır. Enterokok türleri insan bağırsak lümeninde yüksek miktarlarda (dışkının her gramında 10^5 - 10^8 CFU) yaşarlar ve çoğunlukla konağa zarar vermezler. Ayrıca daha düşük miktarlarda, kadınların ürogenital bölgesinde ve oral kavitede de bulunurlar. Yüksek alkaline pH’da (9.6) ve tuz konsantrasyonları da dahil olmak üzere zor çevre koşullarında bile yaşayabilirler. Bile-Esculine (BE) agarda ve % 6.5 NaCl varlığında üreyebilir ve ortam pH’ını 4.1-4.6’ya kadar düşürebilirler. 10-45 °C arasında yaşayabilir ve 60 °C sıcaklığa 30 dk dayanabilirler ve eskülini hidrolize ederler (Portenier ve diğerleri, 2003; Stuart ve diğerleri, 2006). Enterokokların çoğu türleri nonhemolitik ve nonmotildir. Kanlı agardaki yüzey kolonileri dairesel, düz veya her ikisi birliktedir. DNA’sının Guanin+Sitozin (G+C) içeriği % 37’den 45 Mol’a ulaşmaktadır (Roças ve diğerleri, 2004b).

Enterik bakteriler doğal genetik dirençlerinden dolayı sıklıkla hastane enfeksiyonlarıyla ilişkilendirilmektedirler. Kök kanal sistemine hangi yolla girdikleri henüz tartışma konusudur. Bunun sebebi olarak yıkama solüsyonlarının kontaminasyonu, koronal kapatmanın yetersizliği, klinik seansların fazla oluşu veya düzenli bir şekilde uzun süreli antibiyotik kullanımı olduğu ihtimali düşünülebilir (Haapasalo ve diğerleri, 1983; Siren ve diğerleri, 1997).

Enterokoklar kök kanal enfeksiyonlarının oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır, ancak baskın olarak Gram-negatiflerin bulunduğu primer enfeksiyonlardaki floranın küçük bir kısmını oluşturmaktadırlar (Sundqvist, 1992). Enterik çomaklar enfekte kök kanalındaki mikrofloranın % 5'ini geçmemektedirler fakat sayıca az olmalarına rağmen kök kanal sistemi içerisinde inatçı bir bakteri olmalarından dolayı periapikal hastalıkların iyileşmemesine neden olabilirler (Haapasalo ve diğerleri, 1983).

Enterekoklar aynı anda her yerde mevcut olabilirler. Dirençlerini artırabilen ve birçok dezenfektan ve fiziksel ajana karşı tolerans gösterebilen potansiyel patojenik bir bakteri türüdür (Flahaut ve diğerleri, 1996; Giard ve diğerleri, 1996). Enterokokların çoğu beta laktamaz içeren çeşitli antibiyotiklere (sefalosporinler ve sentetik penisilinler), klindamisine, düşük konsantrasyonlu aminoglikozidlere ve florokinolonlara karşı doğal olarak dirençlidir. Enterokoklar ampisilin ve vankomisin'e karşı duyarlıdırlar, ancak bu antibiyotiklere maruz kalınca direnç geliştirebilirler (Portenier ve diğerleri, 2003).

Günümüzde en az 34 farklı türde enterokok bulunmaktadır. Enterokok türleri mannitol, sorbitol, sorboz içeren sıvı besiyerlerinde asit oluşturmalarına ve arginini hidrolize etmelerine göre 5 gruba ayrılmaktadır. *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. casseliflavus*, *E. haemoperoxidus*, *E. mundtii* ve *E. gallinorum* türleri aynı gruptadır. Bu türler, arginini hidrolize ederler, mannitollü sıvı besiyerinde asit oluştururlar, sorbozdan asit oluşturmazlar ve sorbitollü sıvı besiyerinde değişken reaksiyon verirler (Facklam ve Teixeira, 1998, s. 669-682; Fisher ve Phillips, 2009). Klinik vakalardan en sık izole edilen türler *E. faecalis* ve *E. faecium*'dur. *E. faecalis*, *E. faecium*'un tersine % 0.04 tellürit içeren ortamda ürer ve tetrazoliumu, formazona indirger (Murray, 1990).

2.2.1 *E. faecalis*

Enterococcus faecalis (*E. faecalis*), çapı 0.5-2 µm arasında olan sporsuz, bazıları kapsüllü, Gram-pozitif fakültatif anaerop bir bakteridir (Roças ve diğerleri, 2004b). *E. faecalis*, kültür ortamında kolayca üretilebilir, % 5 koyun kanlı agar

besiyerinde 1-1.5 mm çapında, sınırları düzgün, S tipinde, yuvarlak, beyazımsı koloniler oluşturur (Franzen ve diğerkleri, 2011). Günümüzde ATCC (Amerikan Tıp Kültür Koleksiyonu) Bakteriyoloji Koleksiyonu, ticari olarak bulunabilen 69 adet *E. faecalis* izolasyonunu listelemiştir. Subakut endokardit, bakteriyemi, bakteriyel menenjit ve üriner sistem enfeksiyonlarına yol açabilirler (Stuart ve diğerkleri, 2006). *E. faecalis*'lerin 1/3'ü tavşan, insan ve at kanı içeren agarda β -hemoliz oluşturabilir ancak koyun kanlı agarda hemoliz yapmazlar (Fisher ve Phillips, 2009). Germ-free sıçanlarda yapılmış olan alışmalar, *E. faecalis*'in kök kanal sisteminden submandibular lenf nodüllerine geçebileceğini göstermiştir. Enfeksiyonun izlediğı bu yolun, hastalarda görülen fırsatçı enfeksiyonların patogeneğinde rol oynayabileceğine işaret edilmiştir (de Melo Maltos ve diğerkleri, 2003; Sobrinho ve diğerkleri, 1998).

2.2.1.1. *E. faecalis*' in Yaşam ve Virölans Faktörleri

E. faecalis değışken virölans faktörlere sahiptir. Bu virölans özelliklerini, türler arasında paylaşma yeteneğine sahiptirler. Bu da mikroorganizmanın yaşamasını ve hastalık oluşturmasını sağlamaktadır. Bu faktörler hastalık oluşturma konusunda *E. faecalis*'in var olan özelliklerine katkıda bulunabilir veya bulunmayabilir. *E. faecalis* virölans faktörlere az bağımlı olduğı için, yaşama yeteneğine sahiptir ve dişin kök kanalında inatçı patojen olarak kalabilmektedir (Jett ve diğerkleri, 1994).

Durgunluk fazı (büyüme olmayan faz) mikroorganizmaların zor koşullarda doğada var olabilmesi için genel bir fazdır (Galdiero ve diğerkleri, 1993). Oligotrofik şartların 3-7 haftası sonunda *E. faecalis* düzensiz şekillerle dalgalı bir yüzey geliştirmekte ve bazı hücrelerde membran yapısının çökmesiyle önemli değışiklikler oluşmaktadır. Buna karşılık, büyüyen ve gelişen hücreler uzun zincirler oluşturmaktadırlar; aç kalan hücrelerde uzun zincirler nadir olarak gözlendiğı zaman çiftler halinde organize olmaktadır (Hartke ve diğerkleri, 1998). Glikoz açısından aç kalmış bir *E. faecalis* hücresi durgunluk fazında; peroksit, hipoklorit, ısı, asit ve etanol gibi farklı streslere karşı çapraz bir koruma geliştirmektedir (Laplace ve diğerkleri, 1997).

E. faecalis'in yaşamsal ve virölans faktörleri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Stuart ve diğerleri, 2006);

- Uzun süren besin yoksunluğuna dayanır.
- Dentin dokusuna yapışır ve dentin kanallarını istila eder.
- Konak yanıtlarını değiştirir.
- Lenfositlerin faaliyetlerini süprese eder.
- Litik enzimleri, sitolizini, cisimlerin agregasyonunu, feromonları ve lipoteikoik asiti etkisi altına alır.
- Serum beslenme kaynağı olarak kullanır.
- Kanal içi medikamanlara direnç gösterir. [Örneğin; Ca(OH)_2]
 - pH homeostazisini korur.
 - Dentin dokusunun sahip olduğu özellikler kalsiyum hidroksitin etkisini zayıflatır.
- Diğer hücrelerle yarışır.
- Biyofilm meydana getirir.

2.2.1.2. Enfekte Kök Kanallarında *E. faecalis*'in Varlığı

Baskın olarak zorunlu anaerop ve bazı fakültatif anaeroplara bulundukları primer kök kanal enfeksiyonu olan dişlerde enterokok türlerinin mevcut olmadığı kabul edilmektedir. Ancak modern moleküler tekniklerin geliştirilmesi ile daha detaylı bir şekilde yapılan bazı çalışmalar sonucu primer endodontik enfeksiyonlarda enterokokların varlığı gözlenmiştir (Portenier ve diğerleri, 2003).

Başarısız endodontik tedavilerde *E. faecalis*'in, tedavi prosedürleri sırasında ya da tedavi sonrası yapılan daimi restorasyonun sebep olduğu mikrosızıntı nedeniyle oral çevreden kök kanal sistemine transfer edilmiş olması ihtimali düşünülebilir (Chavez de Paz, 2004). Henüz kanal tedavisi yapılmamış dişlerde *E. faecalis* az sayıda bulunduğundan kök kanallarından daha kolay elimine edilebilir (Sundqvist ve diğerleri, 1998). Ancak, seanslar arasında açık bırakılan veya fazla sayıda tedavi seansı yapılan dişlerin kök kanallarında yüksek oranda *E. faecalis*'e rastlandığı bildirilmektedir. Tedavi esnasında asepsiden taviz vermek, kök

kanallarının *E. faecalis* tarafından kontamine olmasına yol açar (Sedgley ve diğerleri, 2006; Siren ve diğerleri, 1997).

Primer endodontik enfeksiyonlarda *E. faecalis*'in % 4 ile % 40 arasında bulunduğu bildirilmiştir (Roças ve diğerleri, 2004b). Buna karşın, asemptomatik ve inatçı endodontik enfeksiyonlarda *E. faecalis*'in görülme sıklığı % 24-% 77 arasındadır (Gomes ve diğerleri, 2004; Hancock ve diğerleri, 2001; Molander ve diğerleri, 1998; Peciulienė ve diğerleri, 2000; Peciulienė ve diğerleri, 2001; Pinheiro ve diğerleri, 2003a; Pinheiro ve diğerleri, 2003b; Roças ve diğerleri, 2004a; Siqueira ve Roças, 2004; Sundqvist ve diğerleri, 1998). *E. faecalis*, tedavi edilmemiş kök kanallarına ait mikrofloranın küçük bir kısmını oluşturmaya rağmen, kök kanal tedavisi tamamlandıktan sonra devam eden inatçı periradiküler lezyonların etiolojisinde en önemli role sahiptir. *E. faecalis* kök kanalında yaşayan tek mikroorganizma veya kök kanalı mikroflorasının majör komponenti olarak yaşamını sürdürebilmektedir (Evans ve diğerleri, 2002; Stuart ve diğerleri, 2006).

E. faecalis önceden kanal tedavisi yapılmış apikal periodontitisli dişlerden en sık izole edilen tür olmasına rağmen, şiddetli akut enfeksiyonlardan sorumlu olmadığı düşünülmektedir (Siqueira ve diğerleri, 2002a; Skuicaite ve diğerleri, 2009; Vickerman ve diğerleri, 2007).

2.2.1.3. *E. faecalis*'in Endodontik Açıdan Önemi

E. faecalis'in inatçı kök kanal enfeksiyonlarında yoğun olarak gözlenmesinin nedeni, çok fazla genetik çeşitliliğe sahip olması, antimikrobiyal ajanlara karşı direnç göstermesi, değişen zorlu çevre şartlarına hızlı adaptasyon yeteneği, diğer mikroorganizmalara oranla dentin kanalcıklarına daha yoğun invazyon göstererek diğer mikroorganizmaların yaşamalarına olanak bırakmayacak şekilde ortamdaki besinleri tüketmeleri, kök kanal duvarlarında biyofilm olarak büyümesidir (Deng ve diğerleri, 2009).

Enterokoklar, en zor koşulların bulunduğu ortamlarda bile yaşamlarını devam ettirebilmektedirler. Kök kanallarındaki çoğu bakteri, birbirleriyle simbiyotik ilişki içerisinde bulunmalarına rağmen *E. faecalis* buna ihtiyaç duymaz (Çolak ve

diğerleri, 2005; Kayaoğlu ve Ørstavik, 2004). % 6.5 NaCl içerisinde, pH'ı 9.6 olan 10-45 °C ısı aralığındaki bir ortamda üreyebilir (Kayaoğlu ve Ørstavik, 2004) ve ısı 60 °C olan ortamda 30 dk yaşamını devam ettirebilir, ultraviyole ışımalarla karşı direnç geliştirebilir (Giard ve diğerleri, 1996; Hartke ve diğerleri, 1998; Kayaoğlu ve Ørstavik, 2004).

E. faecalis, ani değişen ortamlara da kolaylıkla uyum sağlayabilir. Organizma üzerinde öldürücü olmayan yüksek derecede stres olarak tanımlanan subletal stres şartlarına önceden maruz bırakılmaları durumunda, safra tuzu, hiperozmolarite, ısı, etanol, hidrojen peroksit, asidite ve alkalinitenin normalde öldürücü dozlarına daha az duyarlı hale gelmektedir. Dahası bu ani değişen şartlara karşı çapraz koruma geliştirdiği görülmüştür (Flahaut ve diğerleri, 1996; Flahaut ve diğerleri, 1997). Çevresel streslere maruz kaldığı zaman bakterinin yaşam mekanizmaları bu streslere adapte olabilir, şartlar eski haline dönünce de tekrar yaşamına devam edebilir (Lleo ve diğerleri, 2001).

E. faecalis'in bu değişen şartlara uyum sağlama ve tolere etme kapasitesi, diğer tür mikroorganizmalara karşı üstünlüğünü ortaya çıkarmakla beraber, kanal içi medikamanlara rağmen hayatta kalabilmesini yeterince açıklamaktadır. *E. faecalis* kök kanallarına girer, antibakteriyellere rağmen yaşar, çoğalır ve dirençli hale gelir (Sundqvist ve diğerleri, 1998).

Birçok antimikrobiyal ajan kök kanal sisteminden *E. faecalis*'i elimine edebilme yeteneği açısından test edilmiştir. Ca(OH)₂ gibi seanslar arası kanal içine uygulanan medikamanlar, NaOCl ve CHX gibi kanal içi yıkama solüsyonları bu ajanlardan bazılarıdır.

NaOCl'in hem tamponlanmış hemde tamponlanmamış solüsyonları *E. faecalis*'e karşı etkilidir. Ancak, % 0.5 NaOCl solüsyonunun *E. faecalis*'i tamamen elimine edebilmesi için en az 30 dk beklenmesi gerektiği bulunmuştur (Gomes ve diğerleri, 2001).

CHX klinik olarak uygun konsantrasyonlarda kullanıldığında bakterisidaldır. CHX hem Gram-pozitif hem de Gram-negatif bakterilerin büyük bir kısmına ve ek

olarak mantarlara karşı etkilidir. % 0.2-2 CHX'in sudaki solüsyonlarının *E. faecalis*'i tamamen elimine edebilmesi için 30 sn gerekirken, % 5.25'in altındaki konsantrasyonlardaki NaOCl'nin 5 dk'da etki gösterebildiği görülmüştür. Ayrıca, % 0.2 CHX likiti *E. faecalis*'i 30 sn'de öldürürken, aynı konsantrasyondaki CHX jelinin aynı sonuca 2 saatte varabildiği saptanmıştır (Gomes ve diğerleri, 2001).

Alkalen iyonlarının hücre mebranını parçalayan ve protein yapısını yok eden etkileri vardır. Yüksek derecede alkalen iyonuna dayanabilen bakteriler iki gruba ayrılırlar; alkalofilik ve alkalotoleren mikroorganizmalar. Alkalofiliklerin optimal büyüme şartları pH 9 civarında olduğu için çevre şartlarına dayanamayabilirler. Alkalotoleren mikroorganizmalar, örneğin enterokoklar, ise nötral pH civarında büyürler. Kök kanalı içine kalsiyum hidroksit uygulandığında kök kanalı çevresinde bir alkalizasyon başlar. Bu alkalen değişiklik kanal boyunca homojen olmayıp, servikal bölümlerde pH daha yüksek, apikal bölümlerde en düşüktür. Alkalen özelliği nedeni ile endodontide yaygın olarak kullanılan kalsiyum hidroksit, *E.faecalis*'in doğal alkalen toleransı nedeni ile bu mikroorganizmaya karşı etkisiz kalabilmektedir (Chavez de Paz, 2004; Portenier ve diğerleri, 2003).

İyot bileşenleri deri ve sert yüzeylerin dezenfeksiyonunda oldukça sık kullanılan antimikrobiyal bir ajandır. Dış hekimliğinde iyot bileşenleri, protezlerin ve yumuşak dokuların dezenfeksiyonunda ve ayrıca endodontide giriş kavitesinden önce yüzey dezenfektanı ve kanal içi medikaman olarak kullanılmaktadır. İyot potasyum iyodür (IKI)'ün kök kanallarında kalsiyum hidroksit, NaOCl ve CHX'e göre birçok mikroorganizmaya karşı daha etkili olduğu bildirilmiştir. Ancak, bu ajanın allerjik bir potansiyele sahip olması kanal içi kullanımında dezavantaj olarak kabul edilmektedir (Portenier ve diğerleri, 2003).

E. faecalis'in eliminasyonunda ozonlu su ve stannöz florür gibi irriganların da etkili olabileceği bulunmuştur. Ozonlu su % 2.5 NaOCl ile aynı antimikrobiyal etkinliği göstermiştir (Nagayoshi ve diğerleri, 2004). Stannöz florürün kalsiyum hidroksite göre daha iyi antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğu kanıtlanmıştır (Mickel ve diğerleri, 2003).

In vitro çalışmalar, *E.faecalis*'in dentin tübüllerine ilerleyebildiğini göstermektedir (Haapasalo ve Ørstavik, 1987; Love, 2001). Kök kanal duvarından itibaren dentin tübülleri içerisine 800-1000 µm derinliğe kadar ulaşabilmektedir (Haapasalo ve Ørstavik, 1987). Halbuki çoğu bakteri bu yeteneğe sahip değildir. Bu nedenle, özellikle kanal yenilenmesi olgularında diğer mikroorganizmalara nazaran elimine edilmesi daha güçtür.

2.3. Kök Kanallarının Kemomekanik Preparasyonu

Kök kanal tedavisinin başarısı, iyi ve doğru bir tanı konulduktan sonra kök kanallarının kemomekanik olarak temizlenmesi, dezenfeksiyonu ve hiçbir sızıntıya olanak vermeyecek şekilde doldurulmasından oluşan esasların yerine getirilmesine bağlıdır (Hülsmann ve diğerleri, 2005). Endodontik tedavi esnasında hekimin en çok çaba göstermesi gereken en önemli aşamalardan birisi kök kanallarının kemomekanik preparasyon aşamasıdır. Kemomekanik işlemlerde temel amaç, kök kanal sisteminin tüm içeriğinin tamamen uzaklaştırılmasıdır. Mekanik enstrümantasyon ve yıkama işlemi başarılı bir endodontik tedavinin en önemli aşamalarıdır (Haapasalo ve diğerleri, 2005). Kemomekanik preparasyon sırasında debrislerin kök kanal sisteminden uzaklaştırılması; eğenin mekanik hareketi, yıkama solüsyonunun kanal içindeki akışı ve antibakteriyel etkinliği aracılığıyla gerçekleşmektedir (Siqueira ve diğerleri, 1997; Siqueira ve diğerleri, 2010).

Kök kanal tedavisinin kemomekanik preparasyon aşamasındaki ana sorun enfekte materyalin kök kanal sisteminden tam olarak uzaklaştırılamamasıdır. Kök kanal sisteminden uzaklaştırılamayan enfekte dentin ve kanal içerisinde bırakılacak olan organik ve inorganik artıklar, yoğun mikroorganizma kolonilerinin sığınacağı alanlar oluşturur (Akpınar ve Türköz, 1998).

2.3.1. Kök Kanallarının Şekillendirme Yöntemleri

Kök kanallarının mekanik preparasyonu; kanal içindeki dentini kaldırarak yıkama solüsyonlarının kök kanal boşluğunda daha etkili hacimde dolaşmasını, kök kanal sistemine penetre olmasını ve kök kanal sisteminde kalan bakterilerin sayısını önemli oranda azaltarak kök kanalının üç boyutlu olarak tamamen temizlenmesini

hedefler (Card ve diğeri, 2002; Tan ve Messer, 2002; Usman ve diğeri, 2004). Kök kanallarının mekanik preparasyonunun temel prensipleri (Hülsmann ve diğeri, 2005);

- Kök kanalından vital ve nekrotik dokuların uzaklaştırılması,
- Yıkama işlemi ve medikaman uygulaması için yeterli boşluğun oluşturulması,
- Apikal kanal anatomisinin yerinin ve bütünlüğünün korunması,
- Kanal sistemi ve kök yapısında iatrojenik hatalardan kaçınılması,
- Kanal dolgu işleminin kolaylaştırılması,
- Periradiküler dokulardaki tahriş ve/veya enfeksiyonun ilerlemesinin önlenmesi,
- Dişin uzun süreli fonksiyonunu sağlaması için sağlam kök dentinin korunmasıdır.

Yıkama solüsyonunun apikal bölgeye ulaşabilmesi için mekanik preparasyonda daha büyük eğelerin kullanımının gerekli olduğu saptanmıştır. Daha fazla genişletme yalnızca yeterli yıkamayı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda kanal sisteminde kalan bakterilerin sayısını da önemli oranda azaltmaktadır (Siqueira ve diğeri, 1999; Shuping ve diğeri, 2000). Geniş apikal preparasyonlarda, kalan bakteri sayısı ve dentin debrislerinin azaltılması açısından küçük preparasyonlara göre daha iyi sonuçlar alınmaktadır (Baugh ve Wallace, 2005). Bu durum kanıtlanırsa da, apikal preparasyonun en son hangi ege ile bitirilmesi gerektiğine dair net bir bilgi bulunmamaktadır (Hülsmann ve diğeri, 2005).

Sonuç olarak, mekanik preparasyon kök kanallarının etkili bir şekilde temizlenmesinde çok önemli bir aşama olsa da tek başına yeterli değildir. Mekanik preparasyon (Hülsmann ve diğeri, 2005);

- Kök kanal sistemindeki bakterileri önemli ölçüde azaltır, fakat tamamen elimine etmez.
- Eğer uygun yıkama solüsyonu ile bol yıkama işlemi eşliğinde yapılmazsa, kök kanal duvarlarında debris ve smear tabakası kalır.

- Uygun yıkama solüsyonları ve kanal içi medikamanlarla yoğun bir şekilde dezenfeksiyon yapılarak desteklenmeli ve tamamlanmalıdır.
- Uygulanacak olan preparasyon tekniği, kanal eğeleri ve apikal preparasyonun bitirileceği eğenin numarası her bir kök kanal sistemi için ayrı ayrı belirlenmelidir.
- Özellikle eğimli kök kanallarının mekanik preparasyonunda Ni-Ti eğelerin kullanılması preparasyonu kolaylaştırır.

Kök kanallarının genişletilmesinde, apikalden koronale ve koronalden apikale doğru uygulanan genişletme yöntemleri kullanılmaktadır (Regan ve Gutmann, 2002, s. 87).

2.3.1.1. Apikalden Koronale Doğru Uygulanan Şekillendirme Yöntemleri

Kök kanallarının apikalden koronale doğru genişletilmesinde en sık kullanılan teknikler, standardize preparasyon tekniği, dengelenmiş kuvvet tekniği (Balanced-force tekniği) ve step-back tekniğidir.

“Geleneksel yöntem” veya “Apikal stop preparasyonu” diye de adlandırılan standardize preparasyon yönteminde eğeler küçük numaradan başlanarak sırası ile çalışma boyunca kullanılarak kök kanalları genişletilir. Bu yöntemde özellikle paralel apikal preparasyon yapmak amaçlanmaktadır. Özellikle düz kanallarda uygulanan bu yöntemde apikalden koronale doğru koni şeklinde genişleyen bir kanal şekli oluşturmak imkansızdır (Ingle, 1961). Balanslı kuvvet basit olarak dengelenmiş güç-kuvvet kavramı olarak açıklanmaktadır ve bu yöntem özellikle eğri kök kanalların genişletilmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntem için özel üretilmiş olan modifiye uçlu paslanmaz çelik veya Ni-Ti K-tipi kanal aleti (Flex-R) 180⁰ saat yönünde hafif bir basınçla kanala yerleştirilir. Ardından ege 120⁰ saat yönünün tersinde hafif bir basınç uygulanarak kesme hareketi yaptırılır ve daha sonra kanal aletine saat yönünde birkaç tur attırılarak koronale doğru çekilir (Roane ve diğerleri, 1985).

Step-back yöntemi, ilk kez 1969 yılında WH Clem tarafından tanıtılan bir yöntemdir. 1970’li yılların ortasında Weine tarafından geliştirilmiş ve 1979 yılında Mullaney tarafından da modifiye edilmiştir. Günümüzde de özellikle eğimli

kanalların biyomekanik preparasyonunda tercih edilen bir yöntemdir. Genişletmeye fizyolojik foramendeki apikal daralmada sıkışan en ince kanal aleti ile başlanır ve en az üç büyük alete kadar çalışma boyunca genişletmeye devam edilir. Çalışma boyunca şekillendirmenin yapıldığı en büyük eğe “Apikal Ana Ege (Master Apikal File)” olarak adlandırılır ve bu eğeden sonra çalışma uzunluğundan her defasında birer mm kısa olacak şekilde üç büyük eğe ile kanala girilir ve genişletme işlemi yapılır. Her bir kanal aleti ile preparasyon tamamlandıktan sonra çalışma uzunluğunda MAF ile tekrar şekillendirme yapılır (Regan ve Gutmann, 2002, s. 89). Step-back tekniğinin avantajları (Çalışkan, 2006, s. 291-292):

- Konvansiyonel yönteme göre apikal genişletmede daha az dentin kaldırılır. Böylece ince kök uçlarının zayıflatılması, apikal perforasyonu veya apikal dokunun alet, yıkama solüsyonu, patlar veya kanal dolgu maddesi ile irritasyonu engellenir.
- Kanal duvarında çentik, basamak oluşumu veya perforasyon ihtimali azalır.
- Bu yöntemde konik genişletme yapıldığından koronal kısım iyi temizlenir. Genişletilmiş kanal lümeni daha fazla yıkama solüsyonu aldığından yıkamanın etkinliği artar.
- Kök kanalı uygun spreader kullanımıyla lateral kompaksiyonla daha basit ve güvenle doldurulabilir.
- Klinik uygulama süresi kısadır.

Step-back yönteminin avantajlarının yanında; apikalden debrisin taşırılması (Reddy ve Hicks, 1998) ve buna bağlı olarak operasyon sonrası ağrı oluşması (Jariwala ve Goel, 2001), apikal tıkanıklık, kanalın orijinal yolundan sapılması ve çalışma boyunun değişmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Regan ve Gutmann, 2002, s. 89).

2.3.1.2. Korondan Apikale Doğru Uygulanan Şekillendirme Yöntemleri

Karmaşık bir kök anatomisi ve 20⁰'den fazla eğime sahip kök kanallarının orijinal şeklini bozmadan el aletleri ile genişletilmesi çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu amaçla eğri kanalların preparasyonunda yeni materyaller ve preparasyon teknikleri geliştirilmiştir (Alaçam, 2000, s. 226). Bu yöntemlerden en

popüler olanları; step-down tekniği, double-flared tekniği ve crown-down basınçsız preparasyon tekniği olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır.

Step-back yönteminde öncelikle kanalın apikal 1/3 kısmında çalışılması nedeniyle kontrolsüz kullanımda kanalın enfekte içeriğinin apikal bölgeye taşırılması veya vital dişlerde mekanik etki nedeniyle periodontal membranın etkilenmesi en önemli dezavantajdır (Çalışkan, 2006, s. 293). Bunu önlemek amacıyla özellikle molar dişlerin kök kanallarının genişletilmesinde step-down isimli bir kök kanal şekillendirme yöntemi tanıtılmıştır (Goerig ve diğerleri, 1982). Kanalın 2/3 koronal kök kısmı, koronal girişine uyan Hedström eğelerinin kullanımı ile genişletilir. Eğe değişimlerinde çalışma uzunluğu 0.5 mm kısaltılır. İrrigasyon yapıldıktan sonra 2 ve takiben 3 no'lu Gates-Glidden frezleri ile hafif apikal baskıyla, perforasyon oluşturmamaya dikkat ederek şekillendirmeye devam edilir. Çalışma uzunluğu tespit edilir, standart seri eğeleme ile apikal preparasyon yapılır (Step-back preparasyonda olduğu gibi). Daha sonra apikal 1/3 ile orta 1/3'lük kısmın birleştiği noktadan itibaren şekillendirmeye başlanır ve her seferinde kanal aletinin numarası bir boy küçültülüp çalışma uzunluğu ise 0.5 mm büyütülerek apikal preparasyon tamamlanmış olur. Son olarak apikal ana eğe ve sonraki iki boy büyük kanal aleti ile rekapitülasyon ve çevresel eğeleme yapılarak preparasyon tamamlanır. Double-flared tekniğinde, eğeler kanal içinde sıkıştırılmadan büyükten küçük numaraya doğru kanalın apikal 1/3'üne ulaşana kadar apikal basınç uygulamadan kullanılır. Çalışma boyu belirlendikten sonra step-back yöntemi uygulanarak korondan apikale doğru step-down ile elde edilen kanal şekillendirmesi birleştirilir (Çalışkan, 2006, s. 293).

'Crown-down' basınçsız preparasyon tekniği, koronal dentinin kolay kaldırılmasına izin vermesi ve çalışma boyunun herhangi bir temizleme ve şekillendirme sırasında korunmasını sağlaması nedeniyle yararlı bir tekniktir (Walsch, 2004). Bu teknikte eğeler büyükten küçüğe doğru kullanılarak kanalın koronal tarafının öncelikli olarak genişletilmesi ana prensiptir. Pulpa odasına girişi takiben koronal 2/3'lük bölümde yapılan radiküler girişle preparasyona başlanır. Bu ilk şekillendirme mesafesinin en az 16 mm olmasına dikkat edilmelidir. Eğer bu mesafe 16 mm'den kısa ise, kök kanallarında bir tıkanıklık olup olmadığı kontrol edilmelidir. Koronal bölümün preparasyonunu yaptıktan sonra küçük numaralı bir

eğe ile fizyolojik foramen apikaleye ulaşılır ve çalışma uzunluğu tespit edilir. Daha sonra apikale basınç uygulamadan eğeler büyük numaradan kk numaraya doğru sırasıyla uygulanarak belirlenen çalışma uzunluğuna ulaşılır. Çalışma uzunluğuna ulaşan ilk eğeden iki numara büyük eğe ile crown-down preparasyon tamamlanır (alışkan, 2006, s. 296-297). Crown-down tekniğinin klinik ve biyolojik yararları aşağıdaki gibidir (Regan ve Gutmann, 2002, s. 87-88):

- Pulpa taşının kolaylıkla uzaklaştırılması
- Koronaldeki fazla dentin dokusunun kaldırılmasıyla aletlerin temasının artması
- Koronal üçlüde minimal diş temasına bağlı olarak çalışma boyu tespitinin kolaylaşması
- Koronal ldeki pulpa dokusunun kolay kaldırılması
- Kök kanal duvarına temasın azaltılmasıyla alet bozulmalarının ve kırılmalarının önlenebilmesi
- Kanal engellerinin azalması
- Kontamine ve enfekte dokunun kök kanal sisteminden hızla uzaklaştırılması
- Debris hareketinin koronal yönde olmasıyla, kanal içeriklerinin periapikal bölgeye itilme riskinin en aza indirgenmesi
- Debrisin apikalden çıkmasıyla oluşan postoperatif duyarlılık önlenebilir veya büyük oranda azalması.
- Koronal genişletme sayesinde yıkama solüsyonunun penetrasyonu için boşluğun artması ve böylece debrisin koronal olarak daha rahat çıkması
- Yıkama solüsyonlarının penetrasyonunun artması sayesinde daha iyi doku çözünmesi
- Kök eğimlerine ve kanal bileşimlerine düz giriş sağladığından basamak, perforasyon gibi hatalı uygulamaların daha az görülmesi
- Kök kanalının 2/3 koronal bölümünü kapsayan n genişletme ile aletlerin kanal içinde apikale hareketinin daha kolay yapılmasının sağlanması
- Öncelikle koronal genişletmenin yapılmasıyla eğelerin apikal lye daha kolay ulaşması, kanal apikal lsndeki parmak hassasiyetinin artmasıdır.

Eğri kanalların preparasyonunda yöntem kadar kullanılan kanal aletinin yapısı da çok önemlidir. Son yıllarda gerek kök kanal eğelerindeki, gerekse preparasyon tekniklerindeki gelişmeler ve yeni uygulamalarla kök kanallarının preparasyonunda karşılaşılan komplikasyonlar ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla elle kullanılan kanal eğelerine ilave veya alternatif olarak üretilen motorla dönen Ni-Ti kanal genişletme sistemlerinin (Hero Shaper, Profile, ProTaper, Quantec vb.) endodontide kullanımının popülerlik kazanmasıyla beraber koronal genişletmenin öncelikle yapıldığı crown-down tekniği de popülerlik kazanmıştır (Reddy ve Hicks, 1998). Crown-down tekniğinde dönen Ni-Ti eğelerin kullanımı aşağıdaki gibi özetlemiştir (Saunders ve Saunders, 2003, s. 250):

- Kanalın koronal kısmına düz girişin sağlanması
- Kanal yolunun küçük bir ISO el kanal eğesi ile belirlenmesi
- Eğe kanala girerken, kullanım sırasında ve kanaldan çıkartılırken sabit hızda kullanılmalı
- Çok küçük basınçla ve yavaşça kanal içine sokulmalı
- Kök kanalı içinde rotasyon durdurulmamalı ve yeniden başlatılmamalı
- Kullanım esnasında kanal içinde bir lubrikantla küçük vertikal aşağı ve yukarı hareketle kullanılmalı. Kuru kanalda çalışılmamalı (Dönen eğe, irrigantı kanal derinliklerine taşıyacaktır).
- Her kullanım sırası, 5-7 sn kullanılmalı, alet steril gazlı bez ile temizlenmeli ve kanal bol miktarda yıkanmalı
- Aşırı eğimli kanallarda kullanılan aletler atılmalı
- Deformasyona uğrayan tüm aletler atılmalı (büyüteçle inceleme yapılmalı)
- Genelde, tüm aletler, eğim, kanal çapı, alet üzerindeki basınç ve aletin boyutuna bağlı olarak 8-10 kullanımdan sonra atılmalıdır.

Ni-Ti alaşım 1960'lı yılların başlarında W.F. Buehler tarafından geliştirilmiştir. Bu metal alaşımların termodinamik yapısı sayesinde spesifik ve kontrollü bir ısı uygulaması ile tele şekillendirilmiş hafıza özelliği kazandırılmış olup alaşıma içeriğindeki maddelerin ve geliştirilen laboratuvarın baş harfleri kısaltılarak “*nitinol*” adı verilmiştir. Alaşım % 56 nikel ve % 44 titanyum içermektedir. Nitinol

adı verilen bu intermetalik metal alaşım grubu, şekil hafıza ve süper elastik davranış özelliği ile, uygulanan deformasyon kuvvetleri kaldırıldıktan sonra telin tekrar eski haline dönmesini sağlamaktadır. (Thompson, 2000).

Ni-Ti alaşımlar paslanmaz çelik metallere karşılaştırıldığında düşük elastikiyet modülü, bükülmede yüksek fleksibilite, torsiyonel kırılmaya karşı yüksek direnç, eğri kanallarda daha iyi uyum, kanal transportu ve basamak oluşumunda azalma, eğelere ön eğim verilmesinin gerekmemesi, kırılma riskinde azalma ve daha hızlı (Gambill ve diğerleri, 1996; Glosson ve diğerleri, 1995; Schafer ve Lohmann, 2002), daha merkezi (Bertrand ve diğerleri, 2001; Gambill ve diğerleri, 1996; Glosson ve diğerleri, 1995), daha yuvarlak (Gambill ve diğerleri, 1996; Glosson ve diğerleri, 1995) ve daha konservatif (Gambill ve diğerleri, 1996; Glosson ve diğerleri, 1995; Schafer ve Lohmann, 2002) bir preparasyon yapılmasına olanak vermesi gibi üstünlüklere sahiptir (Coleman ve diğerleri, 1996; Veltri ve diğerleri, 2005).

Endodontik kanal eğelerinin yapımında Ni-Ti alaşımların kullanılmaya başlanması ile birlikte güvenilir rotasyonel hareketli preparasyon sistemleri gündeme gelmiştir. Ni-Ti alaşımların torsiyonel ve bükülme özellikleri nedeniyle bu sistemlerde kullanımı mümkün olmuştur. Fakat, kanal eğelerinin kanal duvarına vidalanması ve saplanmasını engellemek için kesme hareketi yapan yüzeyleri düzleştirilmiştir. Kanal şekline istenilen konik formu verebilmek için artan konikliğe sahip eğeler geliştirilmiştir. Ni-Ti alaşımının döner aletlerde kullanımı, kanalların hızlı olarak genişletilmesi, artıkların kolayca çıkarılabilmesi, kanal şeklinin oldukça düzgün olması, hekim yorgunluğunun en aza indirgenmesi ve uygulama hatalarının azaltılabilmesi gibi özelliklerinden dolayı kök kanal tedavisinde önemli bir gelişme olarak kabul edilmektedir. Bunun nedeninin motorla kullanılan Ni-Ti kanal eğelerinin, elle kullanılan Ni-Ti eğelere göre daha iyi özelliklere sahip bir kanal preparasyonu hazırlaması olduğu bildirilmiştir (Bertrand ve diğerleri, 2001; Hülsmann ve Stryga, 1993; Schafer ve Lohmann, 2002). Ayrıca, Ni-Ti döner aletler “*reaming*” hareketi ile dentini kaldırmada paslanmaz çelik el aletlerinden daha fazla etkili bulunmuştur ve eğri kanallarda, geleneksel paslanmaz çelik aletlerin, uygun

temizlik ve dolum için gereken konik kök kanal formunu sağlayamadıkları gösterilmiştir (Schafer ve diğerleri, 1995; Tucker ve diğerleri, 1997).

Ni-Ti eğenin herhangi bir deformasyon işareti olmadan orjinal formuna geri dönmesi hafıza etkisi olarak bilinmektedir. Bununla birlikte, klinisyenin farkı olmadan ani bir fraktür oluşabilir (Baumann, 2004). Ayrıca, Ni-Ti eğelerin kesme etkinliğinin paslanmaz çelik eğelere oranla daha az olması ve devamlı rotasyona bağlı olarak kesici yüzeylerin aşınmasıyla kullanım ömrünün azalması gibi dezavantajlara sahiptir. Döner sistemlerle Ni-Ti eğeler kullanılırken prosedürel hataları önlemek için motorun tork ve hız ayarlarına dikkat edilmelidir.

Son yıllarda çok çeşitli şekillerde döner ege sistemleri piyasaya sürülmüştür. Bu sistemlerde kanalın genişletilmesi sırasında meydana gelebilecek işlevsel hataları en aza indirmek ve kanal içindeki nekrotik artıkları en etkili bir şekilde temizlemek amaçlanmıştır. Bu çalışmada ProTaper Universal Ni-Ti döner ege sistemi, SAF ve Reciproc tek ege sistemleri kullanılmıştır.

2.3.1.2.1. ProTaper

ProTaper sistemi (Dentsply/Maillefer, Ballaiques, Switzerland), Dr. Clifford Ruddle, Dr. John West, Dr. Pierre Machtou ve Dr. Ben Johnson tarafından geliştirilmiş ve Dentsply/Maillefer'den François Aeby ve Gilbert Rota tarafından tasarlanmış bir nikel-titanyum döner ege sistemidir. Bu sistem dar, kalsifiye ve çok eğri kanalların şekillendirilmesinde tavsiye edilen, saat yönünde tam rotasyon yapan, özel mikromotor angıldruvaları ile kullanılan bir sistemdir. ProTaper ege seti, crown-down prosedürü için, kökün koronal ve orta üçlüsünü şekillendiren 3 adet şekillendirici ege (SX, S1, S2) ve orta üçlüsünden 1/3 apikal kısma düzgün geçişi oluşturan ve apikal şekli veren 5 adet bitirici ege (F1, F2, F3, F4, F5) olmak üzere toplam 8 adet aletten oluşan bir konsepte sahiptir (Clauder ve Baumann, 2004).

İlk 3 şekillendirici ege, prepare edilen kök kanal duvarı boyunca kontrollü bir kesme performansı sağlayan, kesici yüzeylerinin tüm uzunluğu boyunca artan taper açılanmalarıyla karakterizedir. Bitirici eğeler #20, #25, #30 gibi değişik çaplara ve apikal preparasyonun tamamlanabilmesi için apikal 3 mm'nin üzerinde sabit bir

açılanmaya sahiptir (Clauder ve Baumann, 2004; Ruddle, 2001). Yardımcı şekillendirici eğe SX 14 mm kesici yüzeye ve 0.19 mm çapında uç kısmına sahiptir. SX'in tüm boyu 19 mm'dir. Eğenin kesici yüzeyi 9 bölüme (D0-9) ayrıldığında diğer ProTaper eğelerine göre en yüksek açılanmayı SX eğeler göstermektedir. D6, D7, D8 ve D9 seviyelerinde çapraz kesit çapı 0.50 mm, 0.70 mm, 0.90 mm ve 1.10 mm'dir; açılanmaları ise sırasıyla % 11, % 14.5, % 17 ve % 19'dur. D0'dan D9'a % 3.5 ile % 19 arasında değişen 9 farklı açılanma mevcuttur. Karmaşık ege tasarımı kanal girişinin relokasyonuna ve kanalın koronal yüzeyinin ideal ve etkili şekillendirilmesiyle kanallara düz bir giriş oluşturulmasını sağlamaktadır. Şekillendirici ege S1 mor, S2 ege ise beyaz renkli halkaya sahiptir. S1 egesinin uç kısmının çapı 0.185 mm, S2 egesinin uç kısmının çapı ise 0.20 mm'dir. SX kadar agresif olmasa da her iki enstrüman da çalışma boyutu boyunca artan açılanmaya sahiptir. S1, D0'da % 2, D14'de % 11; S2 ise D0'da % 4, D14'de % 11.5 artan açılanmaya sahiptir. S1 kanalın koronal kısmını, S2 ise kanalın orta kısmını genişletmek için tasarlanmıştır. Şekillendirici eğelerin yarı aktif uç tasarımları vardır (Clauder ve Baumann, 2004; Ruddle, 2005).

Bitirici eğeler F1, F2, F3, F4 ve F5 sırasıyla sarı, kırmızı, mavi, siyah ve sarı renkli halkalarla standardize edilmişlerdir. Eğelerin uç çapları (D0) 0.20 mm, 0.25 mm, 0.30 mm, 0.4 mm ve 0.5 mm olarak sıralanır. Her beş eğenin D0 ile D3 arasındaki açıları sabittir. Bu bölgede F1 % 7, F2 % 8, F3 % 9, F4 % 5 ve F5 % 4 açılanmaya sahiptir. Bundan sonraki seviyelerde eğeler azalan bir açılanma gösterebilmektedir. Bu azalan açılanmalar eğeye artan esneklik sağlamak ve gövde kısmında aşırı genişletme yapmasını önlemektedir. Bitirici eğeler kesici olmayan uç tasarımına sahip olup apikal şekillendirme amacıyla kullanılmaktadır, ayrıca buna ek olarak orta bölgeyi de şekillendirirler (Clauder ve Baumann, 2004; Metzger ve diğerleri, 2011, s. 299; Ruddle, 2005).

ProTaper ege seti hız ve tork ayarlı elektrikli endodontik motorlarla 250-350 dev/dk hızda kullanılmaktadır. Ancak aşırı eğimli kanallarda eğelerin 150 dev/dk hızında kullanılması tavsiye edilmektedir (Berutti ve diğerleri, 2004; Clauder ve

Baumann, 2004; Zelada ve diğerkleri, 2002). ProTaper döner eğe sisteminin karakteristik özellikleri (Clauder ve Baumann, 2004):

- Değişken açılanmalara sahip olmaları
- Modifiye rehber uçları
- Farklı çapta uçların olması
- Çapraz kesit özellikleri
- Değişken helikal açıları ve sarmallar
- Eğelerin sap kısmının (mikromotor içinde kalan kısım) kısalığı

ProTaper enstrüman sistemi içindeki her alet kesme hattı boyunca % 3.5 ile % 19 arasında değişen farklı açılanmalara sahip olma özelliği sayesinde diğerk enstrüman setlerinden farklı olarak tek bir eğe ile kanalın spesifik birçok bölgesinin şekillendirilmesini sağlamaktadır. Değişken açılanmalar enstrümana oldukça fazla esneklik sağlar, enstrümanın yorgunluğunu ve kırılma riskini düşürür, temas ettiği yüzey ve bükölme streslerini azaltır ve etkinliğini artırır (Berutti ve diğerkleri, 2004; Ruddle, 2005).

Modifiye rehber uçları sayesinde kök kanal duvarlarını harabiyete uğratmadan kanalın orijinal şeklini korumakta, değişken uç çapları ise eğelerin kanal duvarına temas yüzeyini belirli alanlara yoğunlaştırarak alet üzerindeki stresin azaltılmasını sağlamaktadır (Clauder ve Baumann, 2004).

ProTaper enstrumanlar dış bükey çapraz üçgen yatay kesite sahiptir. Bu özelliğe sahip olmaları kesme etkinliklerinin artmasına ve eğe ile dentin arasındaki temas yüzeyinin azalmasına olanak sağlamaktadır. Bu işlemle torsiyonel gerilimin ve kök kanalının genişlemesi için uygulanan basıncın azalması sağlanmış olur. Pasif kesme ve fırçalama hareketini yapan radyal alanlar, diğerk eğelerin geometrileriyle karşılaştırıldığında, ProTaper sistemin torsiyonel gerilimi azaltan ve sistemin etkinliğini artıran aktif kesme hareketiyle çalıştığı görölmektedir. Sadece F3 eğesi, fleksibilitayı artırmak için azaltılmış bir U-şeklinde bir kesite sahiptir (Clauder ve Baumann, 2004).

ProTaper eğesinin kesici kısmı boyunca devam eden değişken helikal açısı ve dengelenmiş sarmal yapısı sayesinde, aletin kanal duvarlarına saplanması engellenmiş ve kanal içindeki artıkların uzaklaşmasına yardımcı olmak üzere mükemmel bir kesme etkisi sağlanmıştır (Clauder ve Baumann, 2004; Ruddle, 2005).

Eğе sapının uzunluğu tedaviyi başarısız kılabilen zor posterior alanlarda daha iyi bir giriş sağlamak için 15 mm'den 12.54 mm'e indirilmiştir. Eğeler 21 ve 25 mm uzunlukta mevcuttur (Clauder ve Baumann, 2004).

2.3.1.3. Endodontide Kök Kanal Preparasyonunda Kullanılan Yeni Sistemler

Son zamanlarda yeni geliştirilen SAF (ReDent Nova, Ra'anana, Israel) ve Reciproc (VDW, Munich, Germany) Ni-Ti döner eğe sistemleri kök kanallarının tamamen şekillendirilmesi ve temizlenmesi amaçlanarak piyasaya sürülmüştür. Tekniğin basitleştirilmesinden dolayı öğrenme eğrisinin önemli ölçüde azalması tüm kök kanallarının şekillendirilmesinde sadece tek bir Ni-Ti eğenin kullanılması fikrini ilginç kılmaktadır. Ancak, sadece tek bir eğe ile genişletme işleminin yapılması birden fazla Ni-Ti eğenin kullanıldığı sistemlere göre daha maliyetlidir (De-Deus ve diğerleri, 2010).

2.3.1.3.1. Self-Adjusting File (SAF)

Self-adjusting file (SAF) üretici firma tarafından temizleme ve şekillendirmedeki etkinliği garantilenmiş yeni bir sistem olup Ni-Ti eğelerin yapısıyla ilgili karşılaşılan problemleri çözümlmek amacıyla geliştirilmiştir.

Dizaynı ve çalışma şekli

SAF eğesi içi boş, sıkıştırılabilir, 1.5 ya da 2 mm çapında ince duvarlı sivri silindir şeklinde olup 120 µm kalınlığında, yüksek yorulma ve kırılma direncine sahip nikel-titanyum kafesten ibarettir. 1.5 mm çapındaki SAF eğesi daha önceden #20 K-tipi eğe (Dentsply, Maillefer, Ballaquies, Switzerland) ile genişletilmiş kanallarda, 2 mm çapındaki SAF eğesi ise #30 K-tipi eğe ile genişletilmiş kanallarda kolaylıkla sıkıştırılabilmektedir. SAF eğesi kanal duvarlarında hafif bir basınçla

uygulanarak kanal içinde yeniden orijinal boyutlarına ulaşabilmektedir. Eğe kanala yerleştirildiğinde, hem boylamasına (diğer Ni-Ti eğelerde olduğu gibi) hem de çapraz kesiti boyunca kanalın şekline adapte olabilmektedir. Yuvarlak kanallarda, eğe yuvarlak bir çapraz kesite ulaşırken, oval veya yassı kanallarda yine kanalın şeklinde çapraz bir kesite ulaşarak üç boyutlu bir adaptasyon sağlamaktadır. Kafes telinin yüzeyi eğenin bir ileri bir geri kesme hareketi ile dentini kaldırmasını sağlayacak şekilde hafifçe aşındırılmıştır (Metzger ve diğerleri, 2010b).

SAF dk'da 3000 ile 5000 arası değişen titreşimde ve 0.4 iniş hızında içeri ve dışarı titreşime olanak veren tutucu kol (KaVo GENTLEpower, Biberach, Germany) ve bu kola adapte olabilen özel bir başlık ile kullanılmaktadır. Tutucu kol serbest halde 360⁰ rotasyon yapabilen 3LDSY başlık (KaVo, Biberach Riss, Germany), serbest halde 360⁰ rotasyon yapabilen MK-Dent başlık (MK-Dent, Bargteheide, Germany) veya serbest halde 80 dev/dk rotasyon yapabilen ve kanalda sıkışınca durabilme özelliğine sahip RDT3 başlık (ReDent Nova, Ra'anana, Israel) ile birlikte kullanılabilir (Metzger ve diğerleri, 2010b).

SAF eğesinin silikondan imal edilen tüp bağlantısına, özel bir irrigasyon cihazının (VATEA; ReDent-Nova) plastik ucu bağlanarak, kanal içinde düşük basınçta ve 1 ile 10 ml/dk arasında değişebilen akış hızında devamlı yıkama olanağı sağlanmaktadır. Enjektör ile yıkanan dar ve eğimli kanallarda sıvının apikal bölgeye ulaşması başarısız olurken, SAF sisteminde titreşim hareketiyle birlikte devamlı yıkamanın yapılması yıkama solüsyonunun apikal bölgeye etkili bir şekilde ulaşmasını sağladığı görülmüştür. SAF sistemi ile çalışılırken eğenin metal ağ yapısı sayesinde devamlı olarak solüsyonun çıkışı sağlanmakta ve bundan dolayı kanal içinde basınç oluşturulmamaktadır (Metzger ve diğerleri, 2010b).

SAF eğesi titreşim halindeyken kanal içine yerleştirilip önceden belirlenmiş çalışma boyuna kadar nazikçe itilerek çalıştırılır. Kanal içinde ileri ve geri hareket ettirilerek her biri 2 dk olan iki farklı devirde toplam 4 dk boyunca devamlı yıkama ile uygulanır. Bu prosedür ile kök kanal çevresinden 60-75 µm kalınlığında düzgün bir dentin tabakası kaldırılmasını sağlamaktadır. SAF eğesi tek kullanımlık olarak tasarlanmıştır (Metzger ve diğerleri, 2010b).

SAF kök kanalının üç boyutlu anatomisine adapte olarak kanalın orijinal şeklini bozmadan dentin tabakasını kaldıracılabilmektedir. Kök kanalının tüm yüzeyi boyunca düzgün bir şekilde dentini uzaklaştırarak olası kök kırıklarını önleyecek şekilde yeterli bir kanal duvarı kalınlığının bırakılmasını sağlamaktadır. Ayrıca eğri kanallarda apikal bölgenin lokalizasyonu bozulmadan kanallar genişletebilmekte ve zip oluşumu gibi apikal bölgenin transportasyonu önlenmektedir (Metzger ve diğerleri, 2010b).

Mekanik Analizi

SAF'ın sıkıştırılabilirliği, sıkışma sonucu uygulanan kuvvet, yüzey pürüzlülüğü, aşındırıcılık testi, dayanıklılık testleri (tork testi, ADA dairesel yorgunluk testi, serbest burkulma yorgunluğu testi, işlevsel kırılma yorgunluğu testi), SAF'ın bozulduğu çalışma süresi ve yıkama işlemi deneyleri ile SAF eğesinin mekaniksel analizi yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Metzger ve diğerleri, 2010b):

- 1.5 mm çapındaki SAF eğesi ISO #20 K-tipi eğe ile benzer oranda elastiksel sıkıştırılabilirlik gösterebilmektedir.
- SAF'ın sıkışması sırasında çevresel bir kuvvet oluşur. Kanalın çapı arttıkça oluşan kuvvet azalmaktadır. 0.25 mm çapındaki kanalda 300 g kuvvet oluşurken, 0.5 mm çapındaki kanalda oluşan kuvvet 150 g'dır.
- Pürüzlü yüzey, aşırı bir kuvvet ve ileri-geri titreşimle birlikte kullanıldığında etkin bir şekilde dentinin uzaklaştırılmasını sağlar. SAF'ın yüzey pürüzlülüğü $2.8 \mu\text{m} \pm \% 10$ olarak saptanmıştır.
- Çevresel kuvvet ve dentini kaldırmadaki yeteneği kanal çapı genişletildikten sonra azalmaktadır. Dentinin büyük oranda kaldırılması işlemin ilk 2 dk içinde gerçekleşmekte olup (3 ± 0.02 ISO hacmi) sonraki 2 dk içerisinde daha az dentinin kaldırıldığı görülmüştür (3.5 ± 0.01 ISO hacmi).
- Alet kanalda tekrar kullanılırsa dentini kaldırmadaki yeteneği azalmaktadır.
- SAF eğesi 29 dk boyunca devamlı çalıştırıldığında bile mekanik olarak dayanıklılığını kaybetmemektedir.

- SAF sistemi ile çalışıldığında yıkama solüsyonunun apikal foramenden dışarı itilmediği görülmektedir. Bu durum SAF'ın klinik olarak kullanılmasında postoperatif ağrının oluşmaması fikrini savunmaktadır.

2.3.1.3.2. Reciproc

Son zamanlarda tek bir ege ile resiprokasyon hareketinin yapıldığı ve preparasyon öncesi el aletlerinin kullanılmasına gerek olmayan yeni bir sistem geliştirilmiştir. Reciproc sistemi (VDW GmbH, Munich, Germany) 3 adet ege (R25, R40, R50), motor (VDW.SILVER RECIPROC), eğerler ile eşit boyda kağıt konlar ve gutta perka konlardan oluşmaktadır. Kanalin genişliğine göre seçilen tek bir Reciproc egesi ile kanalların preparasyonu yapılabilir. Reciproc eğerlerinin çapraz kesitleri “S” şeklinde olup, geleneksel Ni-Ti'ye göre daha esnek ve çevresel yorgunluğa daha dayanıklı olan M-Wire Ni-Ti'dan yapılmıştır. Eğerler kesici gövde boyunca azalan açılanmalar göstermektedir (Alves ve diğerleri, 2012; Yared, 2010).

R25, R40 ve R50 eğerlerinin uç kısımlarının çapları sırasıyla, 0.25 mm, 0.40 mm ve 0.50 mm'dir. R25, R40 ve R50 eğerlerinin 3 mm'lik uç kısımlarının açısı sırasıyla, % 8 (0.08 mm/mm), % 6 (0.06 mm/mm) ve % 5 (0.05 mm/mm)'dir. R25, R40 ve R50 eğerlerinin D16 bölgesinin çapları ise sırasıyla 1.05 mm, 1.10 mm ve 1.17 mm'dir (Alves ve diğerleri, 2012; Yared, 2010). Reciproc egesi saniyede 10 tur resiprokasyon hareketi yapan (300 dev/dk'ya eşdeğer) tutucu kol ve şarj edilebilir motor ile çalıştırılmaktadır. Motor üzerinde her üç ege için resiprokasyon hızı ve açısı programlanmıştır. Ege kesme yönünde rotasyon yaptığında kanal içinde ilerler ve dentin duvarıyla temas ederek dentini kaldırır. Ege ters yönde rotasyon yaptığında (daha kısa rotasyon) aniden dentinden uzaklaşmaktadır. Saat yönü ve tersi rotasyonların sonucunda eğerin kanal içinde ilerlemesi gerçekleşir. Dolayısıyla, preparasyon sırasında eğerin kanal içinde ilerlemesi otomatik olarak gerçekleştiğinden sadece hafif bir baskıyla uygulanması yeterlidir. Bu hareket eğerin bükülme özelliğini kullanarak belirlenmiş ve motor üzerindeki tork ayarı tarafından kontrol edilmektedir (Yared, 2010).

Uygulama Tekniği

Kanal tedavisi uygulanacak olan dişten operasyon öncesi çekilen periapikal filme bakılarak kanalın şekli ve genişliği kontrol edilir. Dar kanallarda R25 eğesi kullanılır. Orta ve geniş kanallarda ise #30 kanal aleti kanal içine pasif olarak yerleştirilir ve çalışma boyuna ulaşıyorsa R50 eğesi ile preparasyon yapılır. #30 kanal aleti çalışma boyuna kadar ulaşmıyorsa #30 kanal aleti pasif olarak çalışma boyuna kadar kanal içine yerleştirilir. Eğer çalışma boyuna zorlanmadan ulaşıyorsa kanalın preparasyonunda R40 eğesi kullanılır. Eğer #20 kanal aleti çalışma boyuna kadar ulaşmıyorsa kanalın preparasyonu için R25 eğesi seçilmelidir (Yared, 2010).

Reciproc eğesinin kesme etkinliği ve resiprokasyona bağlı merkezleme yeteneği eğenin dar kanalları güvenli bir şekilde prepare etmesini sağlar. Reciproc eğesi kanal içerisine çalışma boyutunun 2/3'ünde yerleştirilerek içeri ve dışarı hareketle kanaldan tamamen çıkarılmadan çok hafif bir apikal baskı ile çalıştırılır. Eğenin içeri ve dışarı hareket uzunluğu 3-4 mm'dir. Bu hareket 3 kere yapıldıktan sonra eğer eğenin kanal içinde ilerlemesi için daha fazla basınç uygulanması gerekiyorsa veya dirençle karşılaşılıyorsa eğe kanaldan çıkartılır, #10 kanal aleti ile çalışma boyunun 2/3'ünün açıklığı kontrol edilir ve kanallar yıkanır. Ardından eğe kanala tekrar yerleştirilerek çalışma boyuna ulaşmıyaya kadar preparasyona devam edilir. Geniş kanallarda eğenin yan duvarlara temas ettirilerek çalışması gerekir. Reciproc sisteminin avantajları (Yared, 2010):

- Merkezleme yeteneği
- Güvenilirliği
- Çalışma süresinin kısa olması
- Kullanım kolaylığı
- Prosedüral hataların daha az olması
- Çapraz enfeksiyonların önlenmesi

2.3.2. Kök Kanallarının Yıkınması İşlemi

Kök kanal boşluğunun karmaşık bir anatomiye sahip olmasından dolayı kök kanallarının mekanik genişletilmesinde kullanılan alet ve teknikler yalnızca kanalın

merkez kısmına etki edebilmekte, sayısız yan kanalcığa, anatomik bağlantı ağlarına, apikal deltalanmalara ve aksesuar kanallara ulaşamamaktadır (Ballal ve diğerleri, 2011a; Peters ve diğerleri, 2001b; Peters, 2004; Schafer ve Zapke, 2000; Tan ve Messer, 2002; Wu ve diğerleri, 2003). Ulaşılamayan bu alanlarda bulunan doku artıkları, mikroorganizmalar ve yan ürünlerinin kök kanallarından uzaklaştırılabilmeleri için mekanik temizliğin yanı sıra, doku çözücü ve antibakteriyel özelliklere sahip yıkama solüsyonlarının etkilerinden de yararlanılması gerekmektedir (Basrani ve diğerleri, 2003). Yıkama solüsyonu kullanmadan yapılan genişletme ve şekillendirme işlemleri, yalnızca kök kanallarındaki mikroorganizmaların sayısını azaltmakta değil, aynı zamanda debris ile smear tabakasını uzaklaştırmakta da yetersiz kalmaktadır (Ballal ve diğerleri, 2009a; Ballal ve diğerleri, 2011a; Ferrer-Luque ve diğerleri, 2010; Haapasalo ve diğerleri, 2010; Zehnder, 2006). Kalan dokuların kimyasal olarak tamamen çözünmesi ve kanal dışına çıkartılmaları gerekmektedir. Kalan dokular vital, nekrotik veya kimyasal olarak fiks olmuş dokular olabilir. Ancak yıkama solüsyonları bu üç doku tipine eşit şekilde etkili olamazlar. Kök kanal tedavisi sırasında yıkama solüsyonlarının kullanılmasının temel hedefleri şunlardır (Haapasalo ve diğerleri, 2010; Kovac ve Kovac, 2011):

- Kanal içindeki organik ve inorganik artıkların, kök kanal eğeleri ile yapılan şekillendirme sonucu ortaya çıkan debrisin mekanik veya kimyasal olarak uzaklaştırılması,
- Organik artıkların kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasıyla mikroorganizmaların beslenmesinin zorlaştırılması, sayı ve tiplerinin azaltılması,
- Kök kanalındaki mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etki göstermeleri,
- Kanal dentini yüzeyini kayganlaştırarak, kök kanal aletlerinin daha az dirençle karşılaşmasına, daha rahat çalışmasına ve kesme etkinliklerinin artmasına neden olmak,
- Mekanik şekillendirme ile kök kanallarının ulaşılabilen bölgelerini temizlemek,

- Kanal antiseptiklerinin ve dolgu maddelerinin kök kanal duvarlarına olan adaptasyonunu engelleyen smear tabakasını uzaklaştırmak,
- Kök kanalında kullanılan dezenfektanların etkilerini artırmak,
- Kanal dolgusunun daha çabuk ve kolay bir şekilde yapılabilmesine yardımcı olmak.

Kanaldaki mevcut doku tipi, kullanılan şekillendirme yöntemi, hekimin uygulama yeteneği, çalışma boyunda kullanılan son kanal aletinin numarası yıkama solüsyonlarının dentine penetrasyonunun derecesini etkileyen faktörlerdir. Kullanılan yıkama solüsyonunun miktarı, ısı, temas süresi, yüzey gerilimi, tazeliği, enjektör iğnesinin penetrasyon derinliği, tipi ve çapı yıkama işleminin etkinliğinde rol oynayan faktörlerdir (Falk ve Sedgley, 2005; Gulabivala ve diğerleri, 2005; Khademi ve diğerleri, 2006; Usman ve diğerleri, 2004; Vinothkumar ve diğerleri, 2007). İdeal bir kök kanalı yıkama solüsyonunda bulunması gereken özellikler (Öztürk ve Özer, 2004; Zehnder, 2006):

- Doku ve debrisleri çözebilmelidir. Kanal aletlerinin ulaşamadığı yerlerde (yan kanallar, istmuslar, apikal ramifikasyonlar ve dentin tübülleri) yumuşak veya sert doku artıklarını çözebilmeli ve kanaldan uzaklaştırılmalarını kolaylaştırmalıdır.
- Düşük yüzey gerilimine sahip olmalıdır. Bu özellik, kök kanal aletleri ile ulaşamayan bölgelere solüsyonun akışını artıracaktır. Solüsyona alkol ilave edilmesi veya solüsyonun ısısının artırılması ile solüsyonun yüzey gerilimi düşürülebilir.
- Lubrikasyon özelliği ile kanal aletlerinin kök kanallarındaki hareketini kolaylaştırmalıdır.
- Antibakteriyel spektrumu geniş olmalı ve biyofilmlerde organize olan anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara karşı yüksek antibakteriyel etki göstermelidir. Uygulama sonrasında kök kanalında rezidüel antimikrobiyal etkisi kalmalıdır.
- Vital dokularla temas ettiğinde, sistemik olarak nontoksik ve periodontal dokulara nonkostik olmalıdır. Anafilaktik bir reaksiyona sebep olma potansiyelleri düşük olmalıdır.
- Endotoksini inaktive etmelidir.

- Şekillendirme sırasında smear tabakası oluşumunu önleyebilmeli veya oluşmuş smear tabakasını çözebilmelidir.
- Maliyeti düşük olmalıdır.
- Uygulaması kolay olmalı ve kullanıcıya zarar vermemelidir.
- Raf ömrü uzun olmalı ve saklama kolaylığı olmalıdır.
- Dişlerin rengini değiştirmemelidir.
- Kanal dolgu maddesine olumsuz etkisi olmamalıdır.
- Daimi kron restorasyonların pulpa odası duvarına bağlanma kuvvetine olumsuz etki göstermemelidir.

Bu maddeler dikkate alındığında günümüz modern endodonti pratiğinde kullanılan hiçbir yıkama solüsyonunun bahsedilen bu özelliklerin hepsine tek başına sahip olamadığı görülmektedir (Gu ve diğerleri, 2009; Haapasalo ve diğerleri, 2010; Zehnder, 2006). Kök kanallarının yıkanması işleminde, mekanik şekillendirme sırasında oluşan debrisin kanalın koronalinden dışarı çıkmasını sağlamak amaçlanmaktadır. Serum fizyolojik bu amaç için yeterli bir solüsyondur. Fakat serum fizyolojinin, kök kanallarının temizliğine kimyasal bir katkısı bulunmamaktadır. Antimikrobiyal özellik içeren yıkama solüsyonlarının kullanılmadığı durumlarda ise kök kanal sisteminde elimine edilmesi gereken mikroorganizma sayısı artmaktadır. Özellikle nekrotik doku artıklarının varlığında, şekillendirmenin etkisini arttırmak amacıyla deterjan ya da proteolitik etkili kök kanalı yıkama solüsyonlarının kullanılması gerekmektedir (Siqueira ve diğerleri, 1999; Siqueira ve diğerleri, 2000b).

Kök kanallarının yıkanması işleminde debrisin kök kanallarından uzaklaştırılmasının yanısıra, güvenlik ve etkinlik arasındaki dengenin sağlanması da amaçlanmaktadır. Dolayısıyla, güvenli ve etkili bir yıkama elde etmek için, iki veya daha fazla yıkama solüsyonunun belirli bir sırayla birlikte kullanılması gerekmektedir. Yıkama işleminin etkinliği kökün apikal bölgesinde, bu bölgenin daralan bir anatomik yapı göstermesi ve yıkama solüsyonunun periapikal dokulara taşırılma riskinin bulunmasından dolayı diğer bölgelere nazaran daha azdır. Ancak endodontik tedavinin başarısında, apikal bölgedeki mikroorganizmaların elimine

edilmesi önemli bir faktördür. Bu yüzden, yıkama solüsyonlarının çok düşük bir apikal basınç ile etkili bir şekilde bu bölgeye ulaştırılmaları önemlidir (Haapasalo ve diğerleri, 2010).

Günümüze kadar kök kanal tedavisinde birçok yıkama yöntemleri ve kimyasal maddeler kullanılmıştır. Bu yıkama solüsyonlarından bazıları; serum fizyolojik, şelasyon ajanları (EDTA, EDTAC, RC Prep, Salvizol), organik asitler (örn. sitrik asit, laktik asit, poliakrilik asit), proteolitik enzimler, oksitleyici ajanlar (H_2O_2) ve alkali solüsyonlar (NaOCl) olarak sayılabilir.

2.3.2.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Klorin ‘chlorine’ dünyada en yaygın olarak bulunan elementlerden biridir. Doğada serbest halde bulunmaktadır. Fakat sodyumla, potasyumla, kalsiyumla ve magnezyumla olan kombinasyonlarıyla var olmaktadır. Klorin bileşikleri insan vücudunda nonspesifik immün sistemin parçalarıdır. Nötrofiller tarafından oluşturulurlar. Berthollet (1748-1822) tarafından Fransa’da bulunmuş olan potasyum hipoklorit, kimyasal olarak ilk defa üretilmiş olan sulu klorin solüsyonudur. 18. yüzyılın sonlarından itibaren Percy tarafından Paris yakınlarındaki Javel’de endüstriyel olarak üretimine başlanmıştır. Bundan dolayı adı ‘Eau de Javel’dir. İlk olarak, hipoklorit solüsyonları beyazlatma ajanları olarak kullanılmıştır. Daha sonra, NaOCl ‘childbed fever’ ve diğer infeksiyon hastalıklarının önüne geçmek için Labarraque (1777-1850) tarafından tavsiye edilmiştir. Koch ve Pasteur’ün laboratuvar çalışmalarına dayanarak, 19. yüzyılın sonlarından itibaren hipokloritin dezenfektan olarak kullanılması yaygın olarak kabul görmüştür. Dakin’in nekrotik enfekte dokular üzerindeki farklı solüsyonların etkinliği ile ilgili çalışmalarına dayanarak, 1. Dünya Savaşı’nda kimyager Henry Drysdale Dakin ve cerrah Alexis Carrel, tamponlanmış % 0.5 NaOCl ile enfekte yaraları yıkamış ve böylece solüsyonun kullanım alanını genişletmişlerdir (Zehnder, 2006).

Endodontide kullanımı ilk olarak Walker tarafından önerilen NaOCl; antimikrobiyal özelliği, organik artıklara karşı iyi bir doku çözücü etki göstermesi, antiseptik olması, düşük yüzey gerilimi nedeniyle dentin tübüllerine kolayca diffüze

olabilmesi, kayganlaştırıcı özelliği, kolay bulunması ve ucuz olması nedeniyle en çok kullanılan yıkama solüsyonudur (Alaçam, 2000, s. 295; Çalt ve diğerleri, 1996). Çevre dokular üzerine toksik etkisi, alerjik potansiyele sahip olması, kimyasal stabilitesinin düşük olması ve rahatsız edici kokuya sahip olması ise dezavantajlarıdır (Haapasalo ve diğerleri, 2010).

Alkali bir solüsyon olan NaOCl'in genellikle tedavi amacıyla kullanılan ticari formlarının pH değeri 10-12 arasındadır. Bu özelliği NaOCl'nin kimyasal olarak daha stabil olmasını ve geniş bir antimikrobiyal spektruma sahip olmasını sağlamaktadır (Sassone ve diğerleri, 2003). Vejetatif bakteriler, spor formu bakteriler, funguslar, protozoa ve virüslere karşı oldukça etkili olduğu bulunmuştur (Frais ve diğerleri, 2001; Gomes ve diğerleri, 2001; Siqueira ve diğerleri, 2000b). NaOCl'nin yüksek antimikrobiyal özelliğinin mekanizması tam olarak anlaşılamamış olsa da, NaOCl'ye su ilave edildiğinde meydana gelen hipokloroz asidin (HOCl) aktif klor içermesi nedeniyle kuvvetli bir okside edici ajan olmasının etkili olduğu düşünülmektedir (Ayhan ve diğerleri, 1999; Gomes ve diğerleri, 2001; Heling ve Chandler, 1998; Siqueira ve diğerleri, 2000b). Ortaya çıkan aktif klor, bakteri hücreindeki önemli enzimlerin sülfidril gruplarında geri dönüşümsüz oksidasyona neden olarak hücrenin metabolik fonksiyonlarını bozmaktadır (Gomes ve diğerleri, 2001; Heling ve Chandler, 1998; Siqueira ve diğerleri, 2000b).

NaOCl'nin nekrotik dokuları çözme kapasitesi yıkama solüsyonunun doku ile temas ettiği yüzey alanı, ultrasonik ile kullanılıp kullanılmaması, konsantrasyon, hacim, pH, kök kanalındaki doku tipi ve miktarı, uygulama süresi ve ısıya bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Türkün ve Cengiz, 1997). Antimikrobiyal etkinlik sağlayan aktif klor konsantrasyonu, zamana ve NaOCl'nin sulandırılmasına bağlı olarak azalmakta ve ısıtma sonucu materyalin yapısındaki suyun buharlaşmasından dolayı ısıtılma süresi ile doğru orantılı olarak bu etkinlik artmaktadır (Gomes ve diğerleri, 2001). Isı ve pH gibi faktörleri sabit tutarak NaOCl konsantrasyonu arttırılırsa antibakteriyel etkinlik de artar (Siqueira ve diğerleri, 2000b). Ayrıca, kök kanalındaki artıkların tam olarak uzaklaştırılabilmeleri için NaOCl, doku artıkları ile direkt temasta olmalıdır (Siqueira ve diğerleri, 2000b). Mevcut doku tipi göz önüne

alındığında NaOCl'in vital dokulara kıyasla nekrotik dokularda doku çözücü etkisini daha yüksek oranda göstermektedir (Zehnder, 2006).

NaOCl endodonti pratiğinde en yaygın olarak kullanılan kök kanalı yıkama solüsyonlarından biridir. Kullanılan dilüsyon oranları (% 0.5, % 1, % 2.5, % 2.6, % 5.25, % 5.5) ve diğer solüsyonlar ile kombine kullanımı (su, serum fizyolojik, anestetik solüsyonlar, hidrojen peroksit, EDTA, CHX, vb.) ile ilgili farklı görüşler bildirilmiştir.

NaOCl uzun yıllardan beri endodonti pratiğinde genel olarak % 0.5 ile % 5.25 arası değişen konsantrasyonlarda kullanılmaktadır (Berber ve diğerleri, 2006; Haapasalo ve diğerleri, 2003; Mehdipour ve diğerleri, 2007). Günümüzde NaOCl'in endodontide kullanılması gereken konsantrasyonu ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bazı çalışmalar NaOCl'in seyreltildiğinde etkisinin belirgin olarak azaldığını ileri sürerken, bazıları ise % 0.5 ile % 5 NaOCl arasında antimikrobiyal etkinlik açısından bir fark olmadığını belirtmişlerdir (Gomes ve diğerleri, 2001; Siqueira ve diğerleri, 2000b; Spratt ve diğerleri, 2001; Şen ve diğerleri, 1999).

Endodontik yıkama solüsyonlarının doku çözücü etkiye sahip olmaları çok önemlidir. Sulandırılmış hipokloritin doku çözme kapasitesi ve antibakteriyel etkinliği, sahip olduğu konsantrasyonun bir özelliğidir. Düşük konsantrasyonlu NaOCl klinik koşullarda kök kanalında nekrotik organik dokular ve sıvılar bulunduğu içerisindeki serbest klorin miktarı azalarak nötralize olur ve antimikrobiyal aktiviteleri önemli ölçüde azalır. Ayrıca smear tabakası varlığında da kök kanal sisteminin her tarafına ulaşamamakta ve bu nedenle antimikrobiyal etkinliği sınırlı kalmaktadır. Sonuçta kök kanallarındaki bakteri popülasyonunu azaltsa da tümüyle elimine edememektedir (Baumgartner ve Mader, 1987; Berutti ve diğerleri, 1997).

Kök kanallarının biyomekanik preparasyonu kısa süreli bir işlem olduğu için kök kanalı içerisindeki solüsyonun antimikrobiyal etkisinin büyük oranda konsantrasyona bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple, dar ve kapalı bir yer olan kök kanal sisteminde, NaOCl solüsyonunun daha yüksek konsantrasyonlarda

kullanılması gerektiği düşünülmüştür. Fakat, NaOCl'in konsantrasyonu arttıkça toksisitesi de artmaktadır. Risk/yarar oranının çok iyi değerlendirilmesi, maksimum antimikrobiyal etki minimum toksisite kombinasyonunun göz önünde bulundurulması önerilmektedir (Gomes ve diğerleri, 2001). Yıkama sırasında kök kanallarına devamlı NaOCl gönderilmesi ve solüsyonun taze olması durumunda konsantrasyonun etkin bir rol oynamayacağı görüşü hakimdir. Kök kanallarında kanal eğelerinin ulaşamadığı alanlardaki NaOCl etkinliği, solüsyonun konsantrasyonuna bağlı olarak değil, sıvının fiziksel olarak bu alanlara ulaşp ulaşmaması ile ilgilidir (Gu ve diğerleri, 2009; Keir ve diğerleri, 1990). Dolayısıyla, yüksek konsantrasyonlarda NaOCl'in klorin deposu görevi görmesi nedeniyle gösterilen güvenilir bir antimikrobiyal etkiye, düşük konsantrasyonlu solüsyonlarda sık ve bol yıkama yapılarak da ulaşılabilir (Byström ve Sundqvist, 1983; Byström ve Sundqvist, 1985).

NaOCl'in bazı özellikleri, termal, fiziksel, kimyasal ve diğer bazı metotlarla değiştirilebilir.

Sulandırılmış solüsyondaki aktif klorin, vücut ısısında iki formda bulunmaktadır: Hipoklorit (OCl^-) veya hipokloroz asit (HOCl). Bunların konsantrasyonları, element şeklindeki klorin miktarının elektrokimyasal olarak belirtilmesiyle 'aktif klorin' olarak ifade edilebilir. 1 mol hipoklorit, 1 mol aktif klorin içermektedir. Aktif klorinin durumu solüsyonun pH'sına bağlıdır. 7.6 üzerindeki pH'da hipoklorit formu baskındır. Bu değerin altında ise hipokloroz asittir. Her iki form da aktif oksitleyici ajanlardır. Endodontide kullanılan saf hipoklorit solüsyonlarının pH'sı 12'dir. Böylece tüm aktif klorin hipoklorit (OCl^-) formundadır. Aktif klorinin benzer seviyelerinde, hipokloroz asit hipokloritten daha bakterisittir. Bu sonuca göre, hipoklorit solüsyonlarının etkinliklerini arttırmanın bir yolu pH'sını düşürmektir. Bu solüsyonların vital dokular üzerindeki toksik etkilerinin, aynı solüsyonların tamponlanmamış olanlarına oranla daha düşük olduğu sanılmaktadır. Fakat hipokloriti bikarbonatla tamponlamak solüsyonun raf ömrünü 1 haftadan daha az bir süreye indirmektedir. Karışımdaki bikarbonatın miktarına ve bundan dolayı pH'sına bağlı olarak, bikarbonatla tamponlanmış taze solüsyonun

antimikrobiyal etkinliği sadece az bir miktar yüksek olup, tamponlanmamış olan solüsyonlarla kıyaslandığında etkinliğinin yükselmediği görölmektedir. Sonuç olarak, hipoklorit solüsyonlarının kostik olma potansiyelleri sahip oldukları pH ve ozmolaritelerinden çok aktif klorinden etkilenmektedir (Zehnder, 2006).

Hipoklorit solüsyonun ısısının yükseltilmesi, kollajen çözme etkinliğini ve antimikrobiyal özelliğini belirgin olarak artırmaktadır (Kamburis ve diğerleri, 2003; Mohammadi, 2008). NaOCl'nin ısısı oda ısısından vücut ısısına çıkartıldığında (37 °C) doku eritici özelliğinin önemli derecede arttığı saptanmıştır (Rossi-Fedele ve De Figueiredo, 2008).

500 nm dalga boyunun altında ışık aktif klorür içeriğinin kaybına neden olmaktadır bu nedenle açık renkli cam şişelerde saklanmamalıdır. Plastik kap içinde saklanması, ısı kaynaklarından uzak tutulması ve her kullanımdan sonra kapağının kapatılması koşulu ile bazı NaOCl solüsyonlarının sahip oldukları etkinlikleri sekiz aya kadar koruyabildikleri saptanmıştır (Clarkson ve diğerleri, 2001).

NaOCl kök kanallarına ultrasonik apareyle verildiğinde, ultrasonik aletlerin özel uçlarındaki titreşimlerle gönderilen enerjinin NaOCl solüsyonunun doku çözme kapasitesini ve antibakteriyel etkinliğini arttırmıştır (Haapasalo ve diğerleri, 2010). Konvansiyonel yıkama tekniğinin aksine ultrasonik yıkama tekniğinde ultrasonik enerji ile elde edilen sıvı hareketi sayesinde NaOCl solüsyonun, apikal bölgelere ve kök kanal sisteminin karmaşık yapısındaki dar ve kanal aletleriyle temizlenemeyen alanlara taşınması sonucunda daha etkin bir yıkama yapılabileceği düşünülmektedir (Baumgartner ve Cuenin, 1992). Konvansiyonel yıkama tekniğinde ise, solüsyonun apikal bölgeye ulaşabilmesi için kanalların en az #40 eğe ile genişletilmiş olması gerekmektedir (Jiang ve diğerleri, 2010).

NaOCl gibi etkisini çok kısa sürede gösterebilen bir biyosidin bile, etkisini gösterebilmesi için yeterli çalışma süresine ihtiyacı vardır. Günümüzde döner enstrümanlarla gerçekleştirilen şekillendirme yöntemlerinin şekillendirme işlemini hızlandırdığı düşünüldüğünde, bu durum göz önünde bulundurulması gereken bir

konudur. Belli bir konsantrasyondaki hipoklorit solüsyonunun kök kanal sisteminde optimal kalma süresinin tespit edilmesi gerekmektedir (Zehnder, 2006).

NaOCl ile $\text{Ca}(\text{OH})_2$ arasında da sinerjik bir ilişki vardır. Kalsiyum hidroksitin medikaman olarak kullanıldığı durumlarda NaOCl'in nekrotik doku eritici etkisi artar. Aynı zamanda, periapikal lezyonlu olgularda kanal medikamanı olarak $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kullanıldığında gerek % 0.5 gerekse % 5 NaOCl ile yıkanan kanallarda % 90 oranında kanal dezenfeksiyonu sağlandığı da bildirilmiştir (Menezes ve diğerleri, 2004).

Yıkama solüsyonlarının etkinliklerinin değerlendirilmesinde antimikrobiyal özelliklerine ilave olarak smear tabakasını kaldırması ve enfekte dentin kanalcıklarına penetrasyonları da önemli görülmektedir. Bununla beraber güncel klinik kullanımda tek başına hemen hiçbir solüsyonun tüm bu özellikleri bir arada taşımadığı bilinmektedir (Haapasalo ve diğerleri, 2010). Bazı yıkama solüsyonları ile kombine olarak kullanımının NaOCl'in gerek antibakteriyel ve gerekse kanal temizleyici etkisini arttırdığı iddia edilmektedir. NaOCl güçlü bir doku eritici olduğu ve kök kanalının mekanik preparasyonu esnasında ortaya çıkan yüzeyel debris temizleyebildiği halde, dentinin inorganik bileşenine etkisinin olmadığı ve oluşan smear tabakasını uzaklaştıramadığı görülmüştür (Candeiro ve diğerleri, 2010; Hariharan ve diğerleri, 2010; Menezes ve diğerleri, 2003). Bu nedenle smear tabakasının uzaklaştırılmasında şelasyon ajanları ile birlikte kullanımı önerilmiştir (Hülsmann ve diğerleri, 2003).

NaOCl'nin kombine kullanıldığı solüsyonlardan biri % 3 hidrojen peroksittir. H_2O_2 kanal içindeki artıklarla karşılaştığında köpürür ve bunları kanaldan uzaklaştırır. Aynı zamanda hafif bir antibakteriyel etkisi vardır. İki solüsyon arasındaki kimyasal etkileşim neticesinde oluşan köpürme çok daha şiddetli olur. Bu reaksiyon sırasında açığa çıkan serbest oksijenin bazı anaerob mikroorganizmaları tahrip ettiğine inanılmaktadır. Aynı zamanda, bu uygulama sırasında NaOCl'den açığa çıkan klorun antibakteriyel etkinliği arttırdığı iddia edilmişse de, daha sonraları herhangi bir klor gazı (Cl_2) çıkışı olmadığı saptanmıştır (Balaji, 2010; Shiozawa,

2000). NaOCl diğer solüsyonlarla birlikte kullanıldığında beklenen antibakteriyel etkinlik artışı Cl gazı çıkışına bağlıdır (Siqueira ve diğerleri, 2000b).

2.3.2.2. Etilen Diamin Tetraasetik asit (EDTA)

EDTA, 1957 yılında Nygaard-Østby tarafından endodontide kullanılmaya başlanmıştır. Etilendiamine bağlı dört farklı asetil grubu içerir. Alkali toprak iyonları ve ağır metaller ile stabilitesi oldukça fazla olan metal şelatları oluşturur. EDTA, dentin yapısındaki Ca^{++} ile şelasyon yaparak kök kanalında bulunan inorganik dokunun uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır. Dentinin inorganik komponentinin ana bileşenleri olan fosfat ve kalsiyum suda çözünmektedir. Çözünmüş halde bulunan kalsiyum iyonları EDTA'ya bağlanarak çözeltiden uzaklaşmakta ve dentinden yeni kalsiyum iyonlarının çözünmesine neden olmaktadır. Bu süreç dentinin demineralizasyonu ile sonuçlanmaktadır (Hülsmann ve diğerleri, 2003).

Kök kanal tedavisinde mekanik preparasyon esnasında kullanılan aletlerin kök kanal duvarında direkt etkileri sonucunda 1-5 μm kalınlığında bir smear tabakası oluşmaktadır. Elektron mikroskobu ile yapılan çalışmalar smear tabakasının hem organik hem de inorganik maddeler içerdiğini göstermiştir (Violich ve Chandler, 2010). EDTA, kök kanal duvarında bulunan smear tabakası ve kalsifik tortu ile oldukça stabil bir kalsiyum kompleksi meydana getirerek apikal tıkanmaları önlemekte ve smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırmaktadır. Bu nedenle EDTA, enfekte dokunun eliminasyonunu sağlayarak kök kanalındaki mikroorganizmaların bir kısmının da kanalının dışına çıkarılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, dezenfektanların kök kanalının derin tabakalarına kadar ulaşabilmelerini sağlayarak etkinliklerini artırmaktadır (Çalt ve Serper, 2000; Dechichi ve Moura, 2006; Hottel ve diğerleri, 1999; Violich ve Chandler, 2010).

EDTA % 10 - % 17 arası konsantrasyonlarda kullanılabilir. % 17 EDTA solüsyonu ile yapılan yıkama işleminin kök kanal duvarlarını etkili bir şekilde temizlediğini bildiren birçok çalışma mevcuttur (Hottel ve diğerleri, 1999; Serper ve Çalt, 2002).

% 17 EDTA,

17 g EDTA disodyum tuzu,

9.25 ml 5N sodyum hidroksit,

100 ml'ye tamamlanacak şekilde distile su eklenerek hazırlanmaktadır (Alaçam, 2000, s. 293).

EDTA'nın etkinliği konsantrasyon ve pH'nın yanı sıra uygulama süresi ile de ilgilidir. EDTA'nın smear tabakasının sadece inorganik kısmına etki göstermesi nedeniyle, NaOCl ile kombine kullanımı önerilmektedir. EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımı ile hem temizleme hemde antimikrobiyal özellikleri daha etkin hale gelmektedir (Baumgartner ve Mader, 1987; Hülsmann ve diğerleri, 2003).

EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımı araştırmacılar tarafından önerilse de bu iki yıkama solüsyonu aynı anda kullanıldığında aralarında birtakım kimyasal etkileşimler meydana gelmektedir. Ortamda NaOCl varlığında, EDTA kalsiyum ile şelat oluşturma özelliğini koruyabilmekteyken, NaOCl'nin doku çözme yeteneği EDTA varlığında azalmaktadır (Grawehr ve diğerleri, 2003; Hülsmann ve diğerleri, 2003). NaOCl solüsyonuna EDTA eklendiği zaman, solüsyondaki serbest klor miktarı büyük oranda azalmaktadır (Grawehr ve diğerleri, 2003). Bu etkileşimler nedeniyle her iki solüsyonun aynı anda veya birbirleriyle karıştırılarak kullanılması önerilmemektedir (Hülsmann ve diğerleri, 2003).

EDTA kuvvetli bir bakterisit ajan değildir ancak belirli bir antibakteriyel etkisi vardır. Antibakteriyel etkisi bakteri ile uzun süre direkt temas sonucu meydana gelmektedir ve bu etkinin bakterilerin dış membranındaki katyonların şelasyonu nedeniyle olduğu düşünülmektedir. EDTA Gram-negatif bakterilere karşı etkili iken, Gram-pozitif bakterilere karşı etkisi yoktur. Ayrıca, aeroplarda çok az bir etkisi varken, anaeroplarda aktif olduğu iddia edilmektedir (Çalışkan, 2006, s. 335). EDTA, antibakteriyel etkinliğinin sınırlı olması nedeniyle antifungal özellikleri açısından çok fazla araştırılmamıştır (Ørstavik ve Haapasalo, 1990). EDTA *C.albicans*'ın gelişiminde ve patojenezinde önemli bir rol oynayan kalsiyum

iyonlarını bağlamaktadır. Bu açıdan EDTA antifungal bir potansiyele sahip olduğunu iddia eden çalışmalar mevcuttur (Şen ve diğerleri, 2000).

EDTA'nın foramen apikaleden taşması halinde dokularda iltihabi reaksiyona ve irritasyona neden olabileceğine ilişkin birçok çalışma vardır (Hülsmann ve diğerleri, 2003; Koulaouzidou ve diğerleri, 1999; Scelza ve diğerleri, 2001).

2.3.2.3. Maleik Asit

Maleik asit kimya sanayinin hemen hemen her alanındaki uygulamalarda kullanılan çok fonksiyonlu kimyasal ara üründür. Maleik asit, (Z)-2-butenedioik asit, toksilik asit, malenik asit, maleinik asit veya cis-1,2-etilendikarboksilik asit olarak da adlandırılmaktadır. Maleik asit molekülü, 2 tane asit karbonil grubu ve α , β pozisyonunda bir çift bağ içermektedir. Maleik asit, ftalik-tipi alkid ve doymamış poliester rezinler, yüzey kaplayıcıları, kayganlaştırıcı maddeler, plastikleştiriciler (qv), kopolimerler (qv) ve tarım kimyasalları imalatında kullanılan önemli bir ham malzemedir. Maleik asitin izomerizasyonu 130-140 °C'nin üzerinde ve 230 °C'nin altındaki erime noktası aralığında gerçekleşmektedir. Maleik asit ozon kullanılarak sulu çözeltisi içinde oksitlenmektedir. Maleik asit maleik anhidritin hidrasyonu ile oluşturulur. Deri ve gözde ciddi irritasyon meydana getirir. Isı veya aleve maruz kaldığında yanabilir. Yüksek sıcaklık ve konsantrasyonda çözünme tehlikesi bulunduğundan materyal ile kontaminasyondan kaçınılmalıdır (Felthouse ve diğerleri, 2001, s. 1-58).

Diş hekimliğinde ise son zamanlarda EDTA'ya alternatif yıkama solüsyonu olarak önerilen hafif bir organik asittir. Maleik asidin özellikle kök kanalının apikal bölgesinde smear tabakasını etkili bir şekilde kaldırabildiği (Ballal ve diğerleri, 2009a) ve biyouyumluluğunun EDTA'ya göre daha fazla olduğu (Ballal ve diğerleri, 2009b) bilinmektedir. Maleik asit % 5 ile % 15 arasındaki konsantrasyonlarda kullanıldığında smear tabakasını etkili bir şekilde kaldırmakta ancak, % 10 ve daha yüksek konsantrasyonlarda kök kanal duvarlarında demineralizasyon ve hasar meydana getirmektedir (O'Connell ve diğerleri, 2000).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada *E.faecalis* ile enfekte edilen diş köklerinde, farklı preparasyon tekniklerinin (ProTaper Döner Eğe Sistemleri, SAF Sistemi, VDW Reciproc Tek Eğe Sistemi, Step-back yöntemi) ve farklı yıkama solüsyonlarının (serum fizyolojik (kontrol), NaOCl + EDTA, NaOCl + Maleik asit) antibakteriyel etkinliği karşılaştırıldı.

Çalışma, Yakın Doğu Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Değerlendirme Etik Kurulu tarafından 26.11.2012 tarihinde değerlendirilmiş ve onaylanmıştır (YDÜ/2012/12-73).

Bu çalışmada 108 adet çürüksüz, periodontal nedenle çekilmiş tek köklü ve tek kanallı insan alt premolar dişi kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan dişlerin bukkolingual ve meziodistal yönden radyografisi alınarak tek ve düz bir kanal ile kapanmış bir apeks varlığı ve herhangi bir rezorpsiyon veya kalsifikasyonun olup olmadığı kontrol edildi. Çalışmaya uzunluğu ve genişliği mümkün oldukça aynı olan kökler dahil edildi. Dişler çekildikleri andan itibaren üzerlerindeki eklentiler uzaklaştırıldıktan sonra deney uygulamasına kadar distile su içerisinde bekletildi.

3.1. Deneyde Kullanılan Dişlerin Hazırlanması

Dişlerin kronları, kök boyu tüm dişlerde 14 mm olacak şekilde elmas karbon separe ile mine sement birleşiminden kesilerek köklerinden ayrıldı. Apikal açıklık #10 K-tipi eğe apeksten görülünceye kadar ilerletilerek kontrol edildi. Her diş için çalışma boyu 13 mm olacak şekilde #15 K-tipi eğe ile kanal içerisindeki artıklar uzaklaştırıldı. Tüm kanallar #20 K-tipi eğeye kadar genişletildi. Her eğe değişiminde kanallar musluk suyu ile irrige edildi. Kanallar kağıt konlarla kurulandıktan sonra dişlerin apeksleri ışıqla sertleşen kompozit dolgu (Kuraray, Clearfil Majesty Posterior, Japan) ile kapatıldı. Bakteriyal sızıntıyı önlemek amacıyla kök yüzeylerine tırnak cilası sürüldü. Kanal ağızlarına pamuk peletler yerleştirilip üzeri geçici dolgu (Cavit™ G, 3M ESPE, Seefeld, Germany) ile kapatıldı.



Şekil 3.1. Kök boyu 14 mm olacak şekilde kronları kesilmiş ve apeksi kompozit rezinle kapatılmış örnek.

Kökler mikrobiyolojik deneylerin yapılacağı Eppendorf tüpleri içerisine soğuk akril yardımıyla vertikal olarak 1 mm koronal kısmı görülecek şekilde sabitlendi. Tüplerin kapaklarının tam olarak kapandığı kontrol edildi. Soğuk akrilin polimerizasyonu tamamlandıktan sonra kapakları açılıp geçici dolgu materyali ve pamuk peletler uzaklaştırıldı. Kanallarda artık olmadığından emin olmak için tüm kanallar tekrar serum fizyolojik ile basınçlı bir şekilde yıkandı. Steril serum fizyolojik solüsyonunun kanalda kalan kısmı enjektörle çekilip kanallar kağıt konlarla kurutuldu.

Eppendorf tüplerinin ağızları kapatılıp otoklavlanabilen taşıyıcı kutulara yerleştirilip otoklav poşeti ile poşetlendi. Tüm örnekler 121 °C’de 15 dk otoklavda steril edildi. Sterilizasyon kontrolü, poşet içerisine yerleştirilen indikatör (4A Medical, Emulating Indicator, Class 6, Türkiye) ile yapıldı. Hazırlanan örnekler Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarına ulaştırıldı.



Şekil 3.2. Eppendorf tüpleri içerisinde yerleştirilmiş dişlerin otoklavlanabilen taşıyıcı kutuya yerleştirilmiş görüntüsü.

3.2. Çalışmada Kullanılan Mikroorganizmalar

Çalışma National Collection of Type Cultures, Central Public Health Laboratory'den temin edilen *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis* ATCC 29212) standart liyofilize bakteri ile yapıldı.

3.3. Liyofilize Haldeki Standart Mikroorganizmaların Üretilmesi

Standart liyofilize bakteri, Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarında steril şartlar altında açıldı, 2 ml fosfatla tamponlanmış salin (PBS- pH 7.2) ile sulandırıldıktan sonra beyin kalp infüzyon (BHIB, HiMedia Lab. Pvt. Ltd. India) besiyerine 1 ml, % 5 koyun kanlı agar besiyerine (Blood Agar Base-HiMedia Lab. Pvt. Ltd. Mumbai-India) 100 µl ekimler yapıldı ve besiyerleri 37 °C' de 24 saat inkübe edildi.

İnkübasyon süresini takiben sıvı ve katı besiyerleri üreme açısından kontrol edildi, % 5 koyun kanlı agar besiyerindeki koloniler ile BHIB besiyerinden hazırlanan preparatlar Gram yöntemi ile boyandıktan sonra preparatlardaki mikroorganizmaların morfolojisi, boyanma özellikleri ve üreyen mikroorganizmaların saf olup olmadığı kontrol edildi.

Bu arada BHIB besiyerinden % 5 koyun kanlı agar besiyerine pasajlar yapıldı, besiyerleri 37 °C' de 24 saat inkübe edildikten sonra oluşan kolonilerden

Gram boyalı preparatlar hazırlanıp mikroorganizmalar morfoloji, boyanma ve saflık açısından değerlendirildi.

3.4. Mikroorganizmaların Deney İçin Hazırlanması

Dişler laboratuara getirilmeden bir gün önce *E. faecalis* suşundan pasajlar yapıldı ve 37° C’de 24 saat inkübe edildi. İnkübasyon süresi sonunda içinde 4 ml PBS bulunan serolojik cam tüpler hazırlandı. Yuvarlak öze yardımı ile plaklardaki saf kültürlerden alınan mikroorganizmalar kendine ait serolojik cam tüplere aktarılıp vortekslendi ve McFarland 2 eşelindeki bulanıklık elde edilinceye kadar bu işleme devam edildi. Elde edilen bakteri süspansiyonları vorteks cihazında (Bio Vortex V1) 15 saniye titreşime tabi tutuldu.

Hazırlanan süspansiyonlardaki mikroorganizmalar Thoma lamı ile sayılmış, gerektiğinde tüplerin içine PBS veya koloni eklenerek süspansiyonlardaki mikroorganizma sayısı 10⁸ CFU/ml olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.5. Mikroorganizma Süspansiyonlarındaki CFU/ml Değerlerinin Belirlenmesi

Hazırlanan standart suş süspansiyonlarındaki canlı bakteri sayısını belirlemek amacı ile yedi adet steril Eppendorf tüpleri taşıyıcıya yerleştirildi ve tüm tüplerin içine otomatik pipet ile (Genex Beta, 10- 100 µl, United Kingdom) 90 µl PBS konuldu. Daha sonra süspansiyondan otomatik pipet ile (Jencons Sealpette, 2- 20 µl, Jensions Scientific, USA) 10 µl alınarak dizideki ilk Eppendorf tüpüne (Jencons Scientific Ltd., Bedford, UK) transfer edilerek 1/10 oranında sulandırıldı. İlk tüpteki süspansiyon, üç kez otomatik pipet ile karıştırıldıktan sonra pipet ucu değiştirildi, yeni pipet ucu ile tekrar üç kez karıştırılan süspansiyondan 10 µl örnek alınıp daha önce kontaminasyon açısından kontrolleri yapılmış % 5 koyun kanlı agar besiyerine aktarıldı ve süspansiyondaki bakteriler yuvarlak uçlu steril öze yardımı ile petri plaklarındaki besiyerinin tüm yüzeyine yayıldı. Bu işlemi takiben 1/10 oranında sulandırım yapılan ilk Eppendorf tüpünden 10 µl bakteri süspansiyonu alınarak içinde 90 µl PBS bulunan ikinci Eppendorf tüpüne aktarıldı, üç kez otomatik pipet ile karıştırıldıktan sonra pipet ucu değiştirildi, yeni pipet ucu ile tekrar üç kez karıştırılan

1/100 oranında sulandırılmış süspansiyondan 10 µl örnek alınıp % 5 koyun kanlı agar besiyerine aktarıldı ve yuvarlak uçlu öze yardımı ile petri plaklarındaki besiyerinin tüm yüzeyine yayıldı. Bu işlem, benzer şekilde, aynı sırada bulunan diğer tüplere de uygulanarak onar katlık dilüsyonlar yapıldı ve her seferinde uygun katı besiyerlerine benzer şekilde ekimler yapıldı. Ekim yapılan besiyerleri 37 °C’de 24 saat inkübe edildikten sonra her bir plaktaki koloniler sayılıp not edildi.

3.6. Deney Gruplarının Oluşturulması

Bu çalışma toplam 108 diş üzerinde yürütüldü ve deneyler aynı şartlar altında 3 defa tekrar edildi. İlk deney uygulamasında 24 diş, ikinci deney uygulamasında 36 diş ve üçüncü deney uygulamasında 48 diş üzerinde çalışıldı.

Bu çalışmada kullanılan mekanik preparasyon yöntemi ve yıkama solüsyonlarına göre herbirinde 9 diş bulunan toplam 12 grup oluşturuldu.

Grup 1A: (Pozitif kontrol) Step-back yöntemi-Serum fizyolojik

Grup 1B: Step-back yöntemi-% 5 NaOCl / % 15 EDTA

Grup 1C: Step-back yöntemi -% 5 NaOCl / % 7 Maleik asit

Grup 2A: (Pozitif kontrol) ProTaper Ni-Ti döner eğe sistemi-Serum fizyolojik

Grup 2B: ProTaper Ni-Ti döner eğe sistemi-% 5 NaOCl / % 15 EDTA

Grup 2C: ProTaper Ni-Ti döner eğe sistemi-% 5 NaOCl / % 7 Maleik asit

Grup 3A: (Pozitif kontrol) SAF sistemi-Serum fizyolojik

Grup 3B: SAF sistemi-% 5 NaOCl / % 15 EDTA

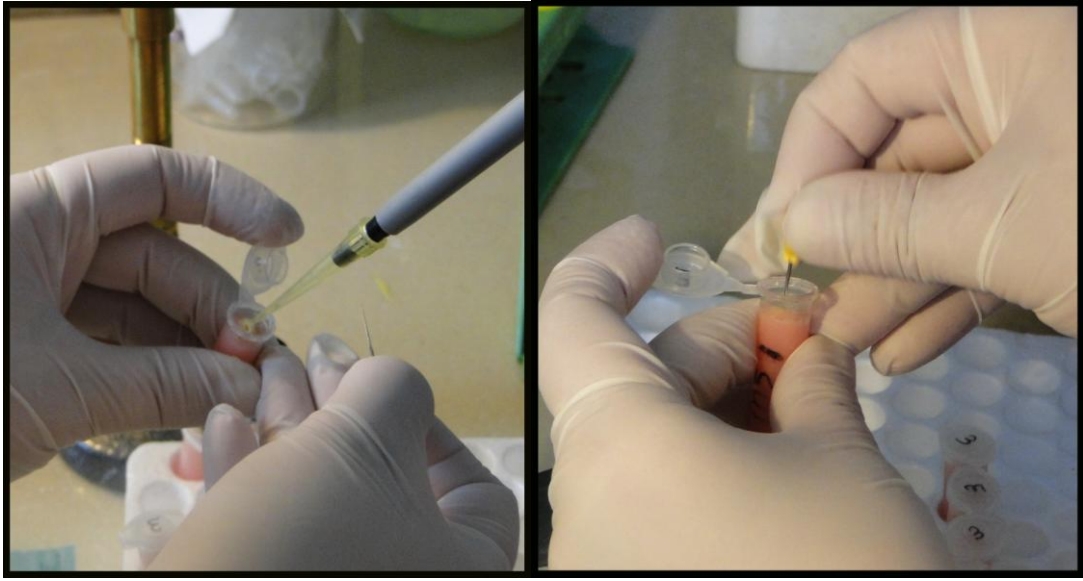
Grup 3C:SAF sistemi-% 5NaOCl-% 7 Maleik asit

Grup 4A: (Pozitif kontrol) Reciproc tek eğe sistemi-Serum fizyolojik

Grup 4B: Reciproc tek eğe sistemi-% 5 NaOCl-% 15 EDTA

Grup 4C: Reciproc tek eğe sistemi-% 5 NaOCl-% 7 Maleik asit

İlk deney için hazırlanan 24 adet diş otoklav poşeti içerisinde laboratuara getirildi, indikatör sterilite açısından kontrol edildikten sonra dişlerin içine otomatik pipet ile 20 µl *E. faecalis* süspansiyonu konuldu. Her diş için steril #15 K-tipi eğe çalışma boyunda ileri-geri ve çevresel hareketlerle kullanılarak bakteri süspansiyonunun tüm kanala iletilmesi sağlandı. İçine bakteri süspansiyonu konulan dişler 37 °C'de 24 saat bekletildi.



Şekil 3.3. Otomatik pipet yardımıyla kök kanalına konulan 20 µl *E. faecalis* süspansiyonunun #15 K-tipi eğe ile tüm kanala itilmesi işlemi.

3.7. Dişlerden Bakteri Sayımı Yapmak İçin Preparasyon Öncesi Örneklerin Alınması

Preparasyon öncesi ve sonrasında kök kanallarından örnekler alındı. Steril tek kullanımlık enjektörler yardımıyla dişlerin içine aseptik şartlarda kanal ağzına kadar steril PBS solüsyonu dolduruldu. Her diş için ayrı bir steril #15 K-tipi eğe çalışma boyunda ileri-geri ve çevresel hareketlerle kullanılarak kanal duvarına tutunmuş hücrelerin serbestleşmesi sağlandı. 4 adet #15 kağıt kon sırasıyla çalışma boyunda kanala yerleştirilerek ilk örnekler alındı. Her bir kağıt kon kanal içinde 1 dk boyunca bekletildi. Kağıt konlar 1 ml steril % 0.85 serum fizyolojik içeren serolojik cam

tüplere aktarıldı ve 1 dk süreyle titreşime tabi tutuldu. Aynı işlem tüm örneklerle uygulandı.



Şekil 3.4. Bakteri süspansiyonunun vorteks cihazında titreşime tabi tutulması.

3.8. Dişlerden Alınan İlk Örneklerden Bakteri Sayımı Yapılması

Yukarıda belirtildiği üzere, içerisine kanaldan örnek almak için kullanılan kağıt konların konulduğu steril serum fizyolojik solüsyonundan mikro pipet ile 10 μ l alınıp % 5 koyun kanlı agar besiyerine aktarıldı ve yuvarlak uçlu steril öze yardımı ile sıvı petri plaklarındaki besiyerinin tüm yüzeyine yayıldı. Daha sonra her bir diş için altı adet steril Eppendorf tüpü yerleştirildi, bu tüplerin içine otomatik pipet ile 90 μ l PBS konuldu. İlk Eppendorf tüpüne dişten alınan örnekten 10 μ l aktarılıp 1/10 oranında sulandırım sağlandı, bu tüpteki süspansiyon, üç kez otomatik pipet ile karıştırıldıktan sonra pipet ucu değiştirildi, yeni pipet ucu ile tekrar üç kez karıştırılan süspansiyondan 10 μ l örnek alınıp % 5 koyun kanlı agar besiyerine aktarıldıktan sonra yuvarlak uçlu steril öze yardımı ile petri plaklarındaki besiyerinin tüm

yüzeyine yayıldı. Bu işlemi takiben 1/10 oranında sulandırım yapılan ilk Eppendorf tüpünden 10 µl bakteri süspansiyonu alınarak içinde 90 µl PBS bulunan ikinci Eppendorf tüpüne aktarıldı, üç kez otomatik pipet ile karıştırıldıktan sonra pipet ucu değiştirildi, yeni pipet ucu ile tekrar üç kez karıştırılan 1/100 oranında sulandırılmış süspansiyondan 10 µl örnek alınıp % 5 koyun kanlı agar besiyerine konarak yuvarlak uçlu öze ile petri plaklarındaki besiyerinin tüm yüzeyine yayıldı. Bu işlem, benzer şekilde aynı sırada bulunan diğer tüplere de uygulanarak 10 katlık dilüsyonlar yapıldı ve her seferinde % 5 koyun kanlı agar besiyerine 10 µl' lik ekimler yapıldı.

Ekim yapılan besiyerleri 37 °C'de 24 saat inkübe edildikten sonra her bir plaktaki koloniler sayılıp not edildi ve dişlerden alınan örneklerdeki bakterilerin CFU/ml değerleri hesaplandı.

3.9. Kök Kanallarının Mekanik Preparasyonu

Etüvde bir gün boyunca bekletilen dişlere ertesi gün aseptik şartlar altında gruplarda planlandığı şekilde kemomekanik preparasyon işlemi uygulanmıştır.



Şekil 3.5. Örneklerin kemomekanik preparasyon işlemlerinin gerçekleştirildiği “Laminar flow cabinet”in görüntüsü.

Grup 1A, 1B ve 1C’de kök kanallarının preparasyonu K-tipi paslanmaz çelik eğeler ile Weine’in (Weine, 1996, s. 440-467) step-back yöntemi kullanılarak yapıldı. Dişler K-tipi eğelerle çalışma boyunda sırasıyla #15, #20, #25, #30 numaralı kanal aletleri ile prepare edildi. Apikal preparasyon #30 kanal aleti ile tamamlandı. Daha sonra #35, #40 ve #45 kanal aletleri ile step-back preparasyonu tamamlandı.

Grup 2A, 2B ve 2C’de kök kanallarının şekillendirmesinde ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaquies, Switzerland) NiTi döner enstrümanlar kullanıldı. Eğeler 300 dev/dk hız ve 2 N.cm tork (Xsmart; Dentsply, Maillefer, Ballaquies, Switzerland) ile kullanıldı. Her 5 örnekte bir yeni set ProTaper Ni-Ti ege açıldı. Preparasyona kanalın koronal kısmında, kanal ağzından 3-4 mm ilerleyecek şekilde SX egesi kullanılarak başlandı. Ardından S1 egesi ile çalışma boyunda şekillendirme yapıldı. ProTaper sisteminin 2 numaralı şekillendirici kanal aleti S2 ile çalışma boyunda şekillendirmeye devam edildi. Daha sonra bitirici kanal aletleri F1, F2 ve F3 sırasıyla çalışma boyunda uygulandı.



Şekil 3.6. Grup 2A, 2B ve 2C’deki kök kanallarının preparasyonunda kullanılan X-Smart endodontik motor ve ProTaper eğe sistemi.

Grup 3A, 3B ve 3C’de SAF egesi ileri ve geri yönde titreşim hareketine olanak veren tutucu kol (GENTLEpower; KaVo, Biberach, Germany) ve RDT3 başlığa (Re-Dent-Nova, Ra’anana, Israel) takılarak 5000 dev/dk ve 0.4-mm iniş hızı

ile kullanıldı. Her bir kök kanalı tek bir SAF ile eğelendi. SAF eğesi kanala yerleştirildi ve toplam 2 dk boyunca çalışma boyunca ileri ve geri hareketle uygulandı. Eğenin silikondan imal edilen tüp bağlantısına, devamlı irigasyon olanağı sağlayan bir cihazın (Vatea, ReDent-Nova) plastik ucu bağlandı. Vatea sayesinde yıkama solüsyonunun 5 ml/dk akış hızında kök kanalına devamlı bir şekilde iletilmesi sağlandı. Her bir eğe sadece bir kanalın mekanik preparasyonunda kullanıldı.



Şekil 3.7. Grup 3A, 3B ve 3C'deki kök kanallarının preparasyonunda kullanılan SAF eğesi, RDT3 başlık ve Vatea irigasyon cihazı.

Grup 4A, 4B ve 4C’de Reciproc eğesi (VDW Reciproc, VDW, Germany) yaklaşık 300 dev/dk’ya eşdeğer olacak şekilde saniyede 10 tur resiprokasyon hareketi yaptırılarak kullanıldı. Reciproc eğesi kanal içerisinde direnç hissedilen noktaya kadar ilerletildi ve daha sonra resiprokasyon hareketi ile aktive edildi. Eğe kanaldan tamamen çıkarılmadan hafif bir apikal baskıyla yaklaşık 3 mm’lik mesafede içeri ve dışarı hareketler ile kullanıldı. İlk olarak, eğe çalışma boyunun 2/3’sine ulaşıncaya kadar kanal içinde kullanıldı, sonra kanaldan çıkartıldı, kanal yıkandı ve eğe aynı hareketle bu kez çalışma boyunda tekrar kullanıldı. Eğeleme işlemi tamamlandıktan sonra kanallar tekrar yıkandı. Herbir kök kanalı tek bir Reciproc ile eğelendi. Her bir eğe sadece tek bir kanalın preparasyonunda kullanıldı.



Şekil 3.8. Grup 4A, 4B ve 4C’deki kök kanallarının preparasyonunda kullanılan Reciproc sistemine ait VDW.SILVER motor ve R25 eğesinin görüntüsü.

3.10. Kök Kanallarının Yıkınması

Grup 1A, 2A, 3A ve 4A’daki (pozitif kontrol) kök kanalları % 0.085 steril serum fizyolojik kullanılarak yıkandı. Tüm gruplarda preparasyon boyunca kullanılan toplam solüsyon miktarı 10 ml olacak şekilde ayarlandı. Mekanik preparasyon sırasında Grup 1A’da her eğe geçişinde 1 ml, Grup 2A’da ise her eğe geçişinde 2 ml % 0.085 steril serum fizyolojik kullanıldı. Grup 3A’da % 0.085 steril serum fizyolojik 5 ml/dk akış hızında 2 dk boyunca SAF sistemine bağlı irrigasyon

tüpü aracılığıyla devamlı olarak kanala iletildi. Grup 4A'da preparasyon öncesi ve sonrasında 5'er ml % 0.085 steril serum fizyolojik ile kanallar yıkandı.

Grup 1B, 2B, 3B ve 4B'deki kök kanalları preparasyon boyunca % 5 NaOCl (Wizard, Türkiye) ile yıkandı. Tüm gruplarda preparasyon boyunca kullanılan toplam NaOCl miktarı 10 ml olacak şekilde ayarlandı. Grup 1B'de her ege geçişinde 1 ml, Grup 2B'de her ege geçişinde 2 ml % 5 NaOCl ile kanallar yıkandı. Grup 3B'de % 5 NaOCl 5 ml/dk akış hızında toplam 2 dk boyunca SAF sistemine bağlı irrigasyon tüpü aracılığıyla devamlı olarak kanala iletildi. Grup 4B'de ise preparasyon öncesi ve sonrasında 5'er ml % 5 NaOCl kullanılarak kanallar yıkandı. Ardından kanallar 1 dk boyunca sırasıyla 2 ml % 15 EDTA (Endo-Solutions, Poland) ve % 5 NaOCl ile yıkandı. Kanal içinde arta kalan NaOCl 2 ml % 5 sodyum tiyosülfat solüsyonu kullanılarak uzaklaştırıldı. Son yıkama işlemi 2 ml distile su kullanılarak tamamlandı.

Grup 1C, 2C, 3C ve 4C'deki kök kanalları preparasyon boyunca % 5 NaOCl (Wizard, Türkiye) ile yıkandı. Tüm gruplarda preparasyon boyunca kullanılan toplam NaOCl miktarı 10 ml olacak şekilde ayarlandı. Grup 1C'de her ege geçişinde 1 ml, Grup 2C'de her ege geçişinde 2 ml % 5 NaOCl ile kanallar yıkandı. Grup 3C'de % 5 NaOCl 5 ml/dk akış hızında toplam 2 dk boyunca SAF sistemine bağlı irrigasyon tüpü aracılığıyla devamlı olarak kanala iletildi. Grup 4C'de ise preparasyon öncesi ve sonrasında 5'er ml % 5 NaOCl kullanılarak kanallar yıkandı. Ardından kanallar 1 dk boyunca sırasıyla 2 ml % 7 maleik asit (Merck, Germany) ve % 5 NaOCl ile yıkandı. Kanal içinde arta kalan NaOCl 2 ml % 5 sodyum tiyosülfat solüsyonu kullanılarak uzaklaştırıldı. Son yıkama işlemi 2 ml distile su kullanılarak tamamlandı.

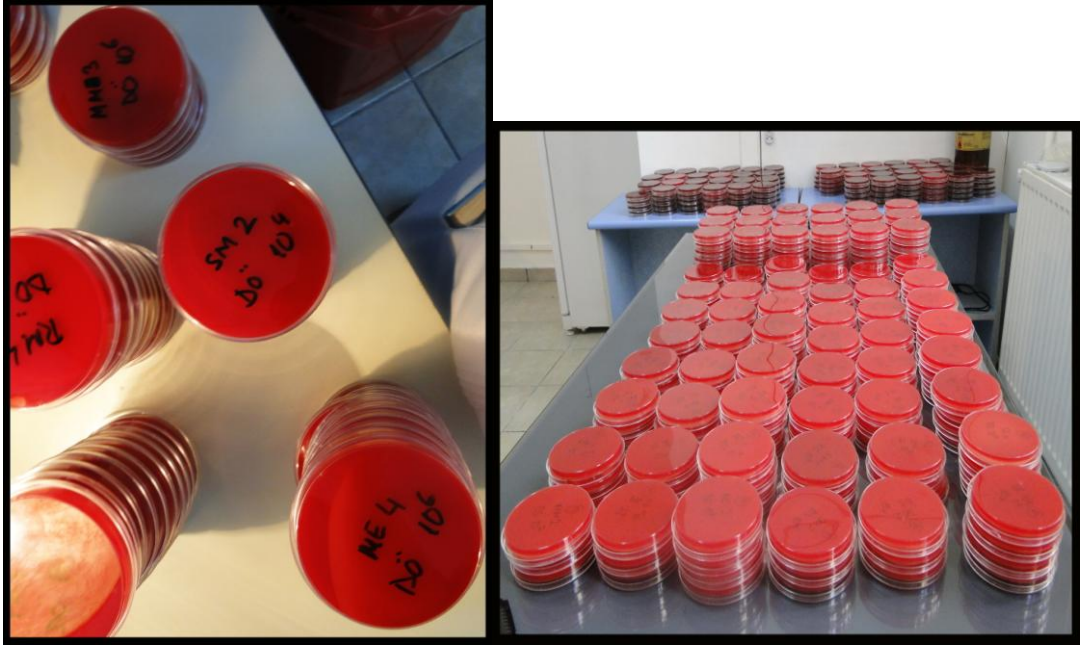
3.11. Kök Kanallarının Kemomekanik Preparasyonundan Sonra Dişlerden Bakteri Sayımı Yapmak İçin Örnek Alınması

Kemomekanik preparasyonu tamamlanmış kök kanallarına aseptik şartlar altında kanal kuruyuncaya dek 3 adet #30 kağıt kon yerleştirildi, kanal içinde her bir kağıt kona birer dk boyunca ileri geri hareket yaptırıldı ve alınan örnekler sayım

yapılmak üzere steril Eppendorf tüpüne aktarıldı. Aynı işlem tüm örneklerle uygulandı.

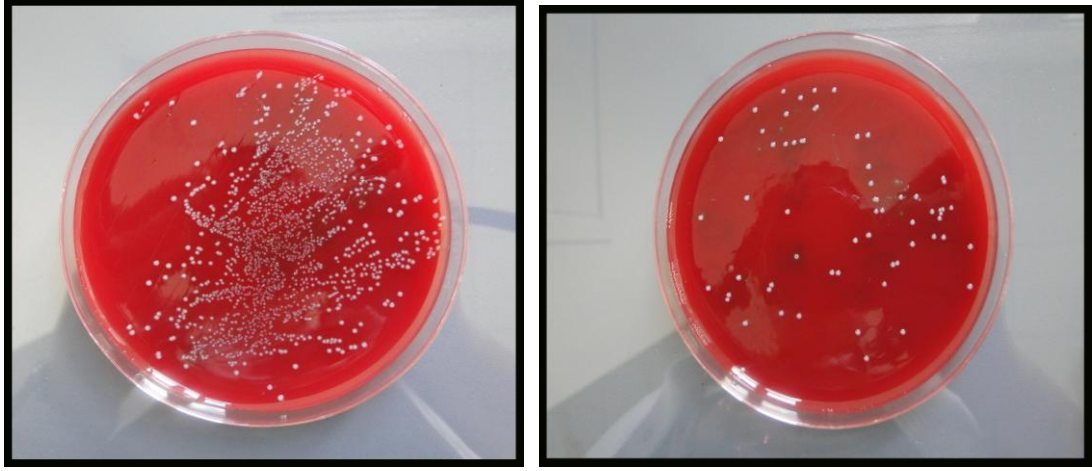
3.12. Dişlerden Preparasyon Sonrası Alınan Örneklerden Bakteri Sayımı Yapılması

Yukarıda belirtildiği üzere, içerisine kanaldan örnek almak için kullanılan kağıt konların konulduğu steril serum fizyolojik solüsyonundan mikro pipet ile 10 µl alınıp % 5 koyun kanlı agar besiyerine aktarıldı ve yuvarlak uçlu steril öze yardımı ile sıvı petri plaklarındaki besiyerinin tüm yüzeyine yayıldı. Daha sonra her bir diş için altı adet steril Eppendorf tüpü yerleştirildi, bu tüplerin içine otomatik pipet ile 90 µl PBS konuldu. İlk Eppendorf tüpüne dişten alınan örnekten 10 µl aktarılıp 1/10 oranında sulandırım sağlandı, bu tüpteki süspansiyon, üç kez otomatik pipet ile karıştırıldıktan sonra pipet ucu değiştirildi, yeni pipet ucu ile tekrar üç kez karıştırılan süspansiyondan 10 µl örnek alınıp % 5 koyun kanlı agar besiyerine aktarıldıktan sonra yuvarlak uçlu steril öze yardımı ile petri plaklarındaki besiyerinin tüm yüzeyine yayıldı. Bu işlemi takiben 1/10 oranında sulandırım yapılan ilk Eppendorf tüpünden 10 µl bakteri süspansiyonu alınarak içinde 90 µl PBS bulunan ikinci Eppendorf tüpüne aktarıldı, üç kez otomatik pipet ile karıştırıldıktan sonra pipet ucu değiştirildi, yeni pipet ucu ile tekrar üç kez karıştırılan 1/100 oranında sulandırılmış süspansiyondan 10 µl örnek alınıp % 5 koyun kanlı agar besiyerine konarak yuvarlak uçlu öze ile petri plaklarındaki besiyerinin tüm yüzeyine yayıldı. Bu işlem, benzer şekilde aynı sırada bulunan diğer tüplere de uygulanarak 10 katlık dilüsyonlar yapıldı ve her seferinde % 5 koyun kanlı agar besiyerine 10 µl' lik ekimler yapıldı.



Şekil 3.9. Deney öncesi ve sonrası alınan örneklerden elde edilen bakteri süspansiyonlarının yayıldığı % 5 koyun kanlı agar besiyerlerinin görüntüsü.

Ekim yapılan besiyerleri 37 °C’ de 24 saat inkübe edildikten sonra her bir plaktaki koloniler sayılıp not edildi ve dişlerden alınan örneklerdeki bakterilerin CFU/ml değerleri hesaplandı.



Şekil 3.10. % 5 koyun kanlı agar besiyeri içeren plaklarda bakteri kolonilerinin sayılması.

3.13. İstatistiksel Analiz

Preparasyon öncesi ve sonrasında alınan örneklerden elde edilen sonuçlar gruplar arasındaki farklılıklar yönünden tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated measures ANOVA) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. İstatistiksel yönden anlamlı farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığını bulmak için Dunn's Post Hoc testi ile ikili karşılaştırmalar yapıldı. Preparasyon öncesi ve sonrasına ait bakteri sayılarındaki farklılıkların değerlendirilmesinde Paired sample t-test uygulandı. Gruplar arasında bakteri sayısındaki yüzde (%) olarak azalma oranının karşılaştırılmasında Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanıldı. Tek Yönlü Varyans Analizi ile elde edilen p değeri istatistiksel yönden anlamlı olduğunda, farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını bulmak için Bonferroni testi uygulandı. P değeri 0.05'ten küçük olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çoklu varyans analizi ile verilerin değerlendirilmesi sonucu kemomekanik preparasyon öncesi ve sonrası kök kanallarından elde edilen bakteri sayılarında tüm gruplarda istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.001$). Kemomekanik preparasyon öncesi alınan kültürlerdeki başlangıç bakteri sayısı tüm gruplarda benzer değerler göstermiştir ($p>0.05$). Bu sonuç deney gruplarındaki tüm örneklerde başlangıç bakteri sayısının homojen olduğunu göstermektedir.

Step-back yöntemi ile prepare edilen gruplarda sonuçların yıkama solüsyonlarına göre kendi aralarındaki farklılıklar değerlendirildiğinde steril serum fizyolojik ile yıkama yapılan grup (Grup 1A) ile % 5 NaOCl+% 7 Maleik asit kullanılan grup (Grup 1C) arasındaki farkın istatistiksel yönden anlamlı olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Son yıkama solüsyonu olarak % 15 EDTA (Grup 1B) ve +% 7 Maleik asit (Grup 1C) kullanılan gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.1.).

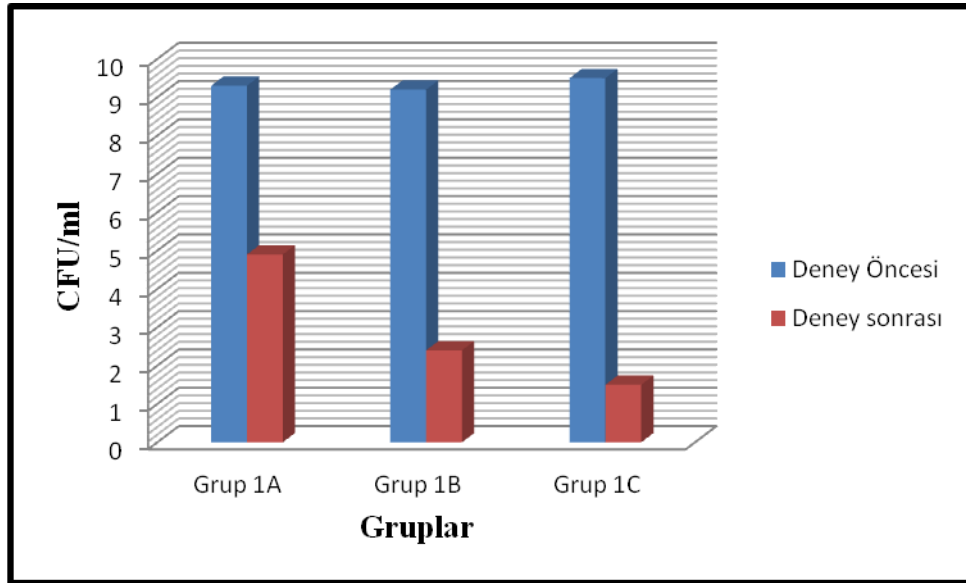
ProTaper döner eğe sistemi ile prepare edilen gruplarda (Grup 2A, 2B, 2C) yıkama solüsyonlarına göre karşılaştırma yapıldığında gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.2.).

SAF sistemi ile prepare edilmiş gruplardaki sonuçların yıkama solüsyonlarına göre kendi aralarındaki farklılıklar değerlendirildiğinde steril serum fizyolojik ile yıkama yapılan grup (Grup 3A) ile % 5 NaOCl+% 15 EDTA (Grup 3B) ($p=0.001$) ve % 5 NaOCl+% 7 maleik asit (Grup 3C) ($p=0.018$) grupları arasındaki farkın istatistiksel yönden anlamlı olduğu bulunmuştur. Son yıkama solüsyonu olarak % 15 EDTA (Grup 3B) ve % 7 maleik asit (Grup 3C) kullanılan gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.3.).

Reciproc ile prepare edilen gruplarda (Grup 4A, 4B, 4C) yıkama solüsyonlarına göre karşılaştırma yapıldığında gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.1. Step-back yöntemi ile prepare edilen örneklerde yıkama solüsyonlarına göre deney öncesi ve deney sonrası bakteri sayısı değerleri (Ortalama±Standart sapma).

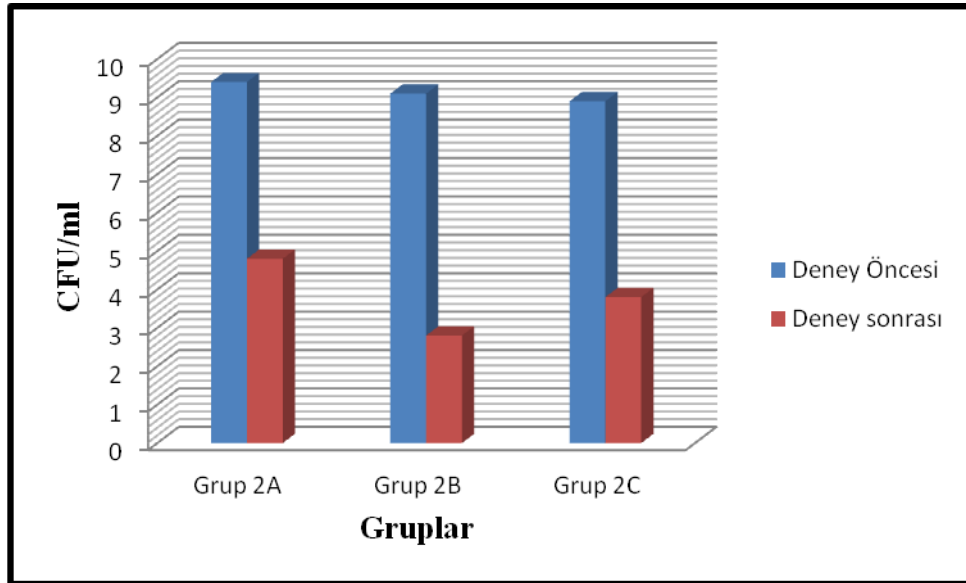
GRUP 1 (Step-back yöntemi)	Örnek sayısı	Deney öncesi	Deney sonrası
Grup 1A Step-back + serum fizyolojik	9	9.3303±.82776	4.9446±2.16396
Grup 1B Step-back + % 5 NaOCl + % 15 EDTA	9	9.2372±1.35625	2.4484±2.15700
Grup 1C Step-back + % 5 NaOCl + % 7 maleik asit	9	9.5089±.81101	1.5113±1.24587



Şekil 4.1. 1A, 1B ve 1C gruplarındaki deney öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiği.

Tablo 4.2. ProTaper döner eğe sistemi ile prepare edilen örneklerde yıkama solüsyonlarına göre deney öncesi ve deney sonrası bakteri sayısı değerleri (Ortalama±Standart sapma).

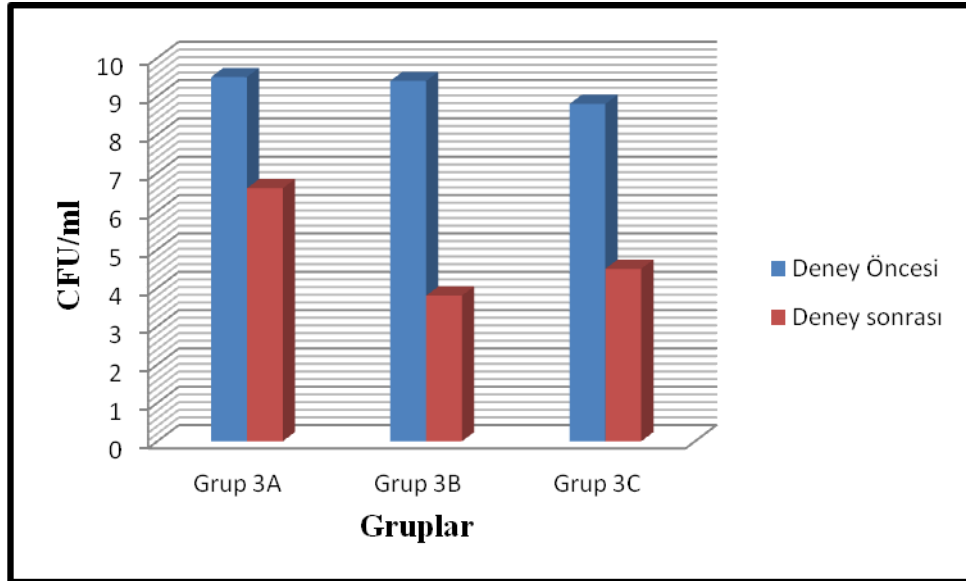
GRUP 2 (ProTaper döner eğe sistemi)	Örnek sayısı	Deney öncesi	Deney sonrası
Grup 2A ProTaper+serum fizyolojik	9	9.3910±.55839	4.7987±1.97349
Grup 2B ProTaper+% 5 NaOCl+% 15 EDTA	9	9.1291±.75968	2.7666±1.80149
Grup 2C ProTaper+% 5 NaOCl+% 7 maleik asit	9	8.9400±.91516	3.7952±1.63141



Şekil 4.2. 2A, 2B ve 2C gruplarındaki deney öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiği.

Tablo 4.3. SAF sistemi ile prepare edilen örneklerde yıkama solüsyonlarına göre deney öncesi ve deney sonrası bakteri sayısı değerleri (Ortalama±Standart sapma).

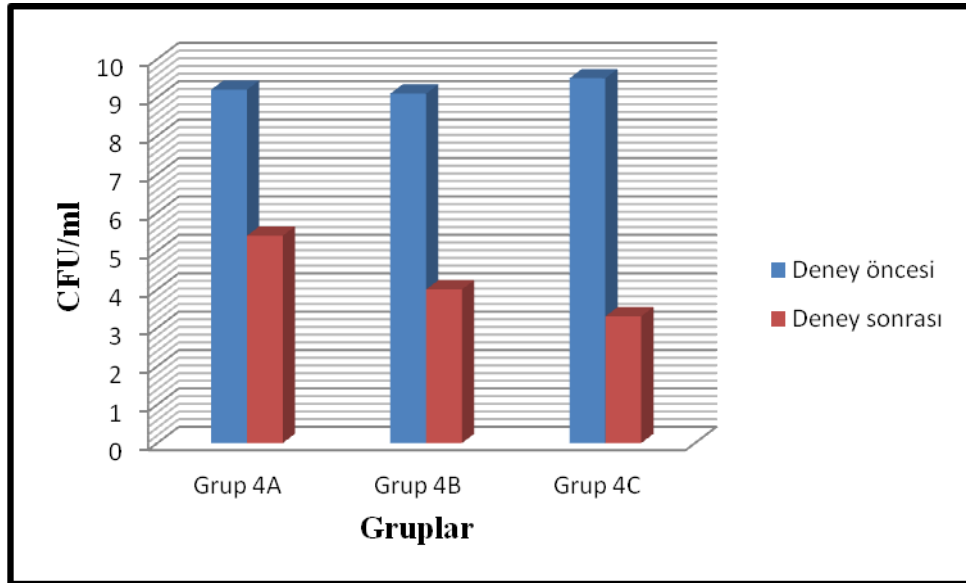
GRUP 3 (SAF sistemi)	Örnek sayısı	Deney öncesi	Deney sonrası
Grup 3A SAF+serum fizyolojik	9	9.5190±1.20430	6.5825±1.18970
Grup 3B SAF+% 5 NaOCl+% 15 EDTA	9	9.3708±.77682	3.7631±1.85094
Grup 3C SAF+% 5 NaOCl+% 7 maleik asit	9	8.7524±.84244	4.5394±1.18394



Şekil 4.3. 3A, 3B ve 3C gruplarındaki deney öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiği.

Tablo 4.4. Reciproc tek eğe sistemi ile prepare edilen örneklerde yıkama solüsyonlarına göre deney öncesi ve deney sonrası bakteri sayısı değerleri (Ortalama±Standart sapma).

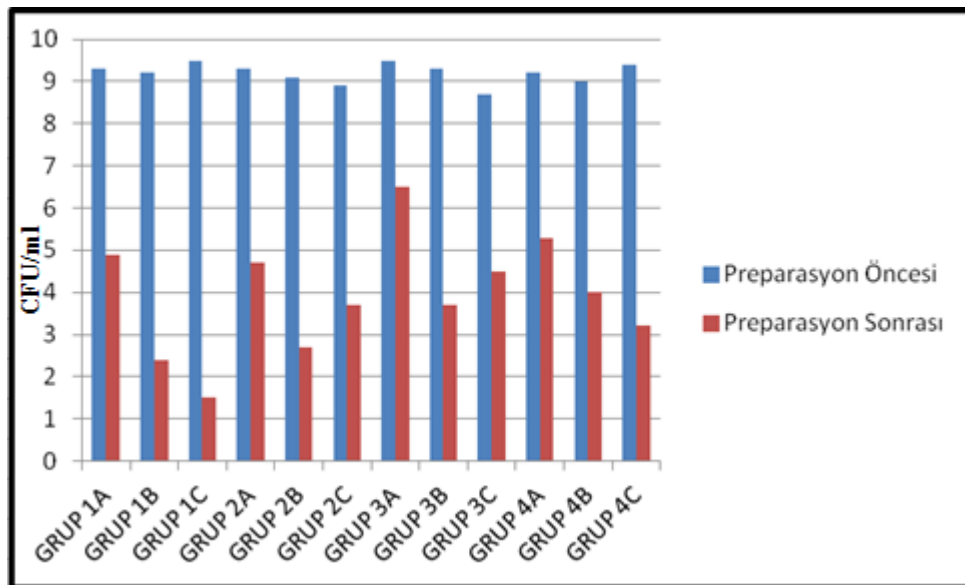
GRUP 4 (Reciproc sistemi)	Örnek sayısı	Deney öncesi	Deney sonrası
Grup 4A Reciproc+serum fizyolojik	9	9.2205±.73793	5.3805±.69936
Grup 4B Reciproc+% 5 NaOCl+% 15 EDTA	9	9.0567±1.18650	4.0379±1.85570
Grup 4C Reciproc+% 5 NaOCl+% 7 maleik asit	9	9.4814±1.19668	3.2800±1.58358



Şekil 4.4. 4A, 4B ve 4C gruplarındaki deney öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiği.

Tüm gruplardaki deney öncesi ve sonrası bakteri sayısındaki azalma karşılaştırıldığında, SAF sistemi ile preparasyon yapılan ve steril serum fizyolojik ile irriye edilen grup (Grup 3A) ile ProTaper+% 5 NaOCl+% 15 EDTA (Grup 2B,

$p=0.001$), ProTaper+% 5 NaOCl+% 7 maleik asit (Grup 2C, $p=0.033$), Step-back+% 5 NaOCl+% 15 EDTA (Grup 1B, $p<0.001$), Step-back +% 5 NaOCl+% 7 maleik asit (Grup 1C, $p<0.001$), Reciproc+% 5 NaOCl+% 7 maleik asit (Grup 4C, $p=0.003$) grupları arasındaki farkın istatistiksel yönden anlamlı olduğu bulunmuştur. Step-back +% 5 NaOCl+% 7 maleik asit (Grup 1C) grubu ile Reciproc+serum fizyolojik (Grup 4A, $p<0.001$), Reciproc+% 5 NaOCl+% 15 EDTA (Grup 4B, $p=0.040$) ProTaper+serum fizyolojik (Grup 2A, $p=0.007$), SAF+% 5 NaOCl+% 7 maleik asit (Grup 3C, $p=0.002$) grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur. Ayrıca Step-back +% 5 NaOCl+% 15 EDTA (Grup 1B) ile Reciproc+serum fizyolojik (Grup 4A) arasında istatistiksel yönden anlamlı fark gözlenmiştir ($p=0.019$).

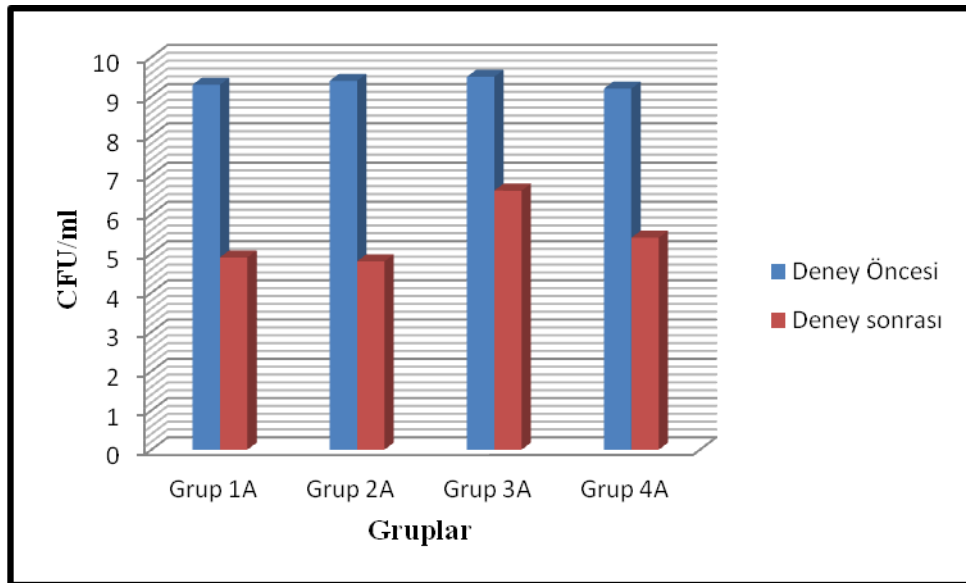


Şekil 4.5. Tüm gruplarda preparasyon öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiği.

Mekanik preparasyonun kanal içi bakteri popülasyonundaki azalma üzerindeki etkinliğini değerlendirmek amacıyla yıkama solüsyonu olarak sadece % 0.85 steril serum fizyolojik kullanılan örnekler karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Yıkama solüsyonu olarak % 0.85 steril serum fizyolojik kullanılan örneklerin mekanik preparasyon teknikleri açısından karşılaştırılmaları (Ortalama±Standart sapma).

	Örnek sayısı	Preparasyon öncesi	Preparasyon sonrası
Grup 1A Step-back+% 0.85 steril serum fizyolojik	9	9.3303±.82776	4.9446±2.16396
Grup 2A ProTaper+% 0.85 steril serum fizyolojik	9	9.3910±.55839	4.7987±1.97349
Grup 3A SAF+ % 0.85 steril serum fizyolojik	9	9.5190±1.20430	6.5825±1.18970
Grup 4A Reciproc+% 0.85 steril serum fizyolojik	9	9.2205±.73793	5.3805±.69936

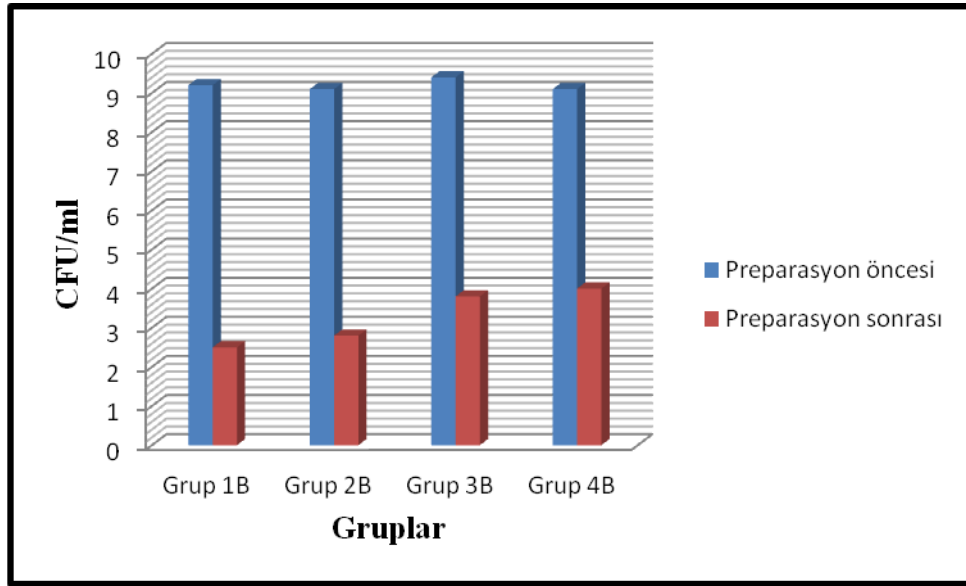


Şekil 4.6. 1A, 2A, 3A ve 4A gruplarının preparasyon öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiği.

Yıkama solüsyonu olarak % 5 NaOCl+ % 15 EDTA kullanılan örnekler mekanik preparasyon tekniklerinin bakteri sayısını azaltmadaki etkinliği açısından karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Yıkama solüsyonu olarak % 5 NaOCl+ % 15 EDTA kullanılan örneklerin mekanik preparasyon teknikleri açısından karşılaştırılmaları (Ortalama±Standart sapma).

	Örnek sayısı	Preparasyon öncesi	Preparasyon sonrası
Grup 1B Step-back yöntemi +% 5 NaOCl+% 15 EDTA	9	9.2372±1.35625	2.4484±2.15700
Grup 2B ProTaper+% 5 NaOCl+% 15 EDTA	9	9.1291±.75968	2.7666±1.80149
Grup 3B SAF+ % 5 NaOCl+% 15 EDTA	9	9.3708±.77682	3.7631±1.85094
Grup 4B Reciproc+% 5 NaOCl+% 15 EDTA	9	9.0567±1.18650	4.0379±1.85570

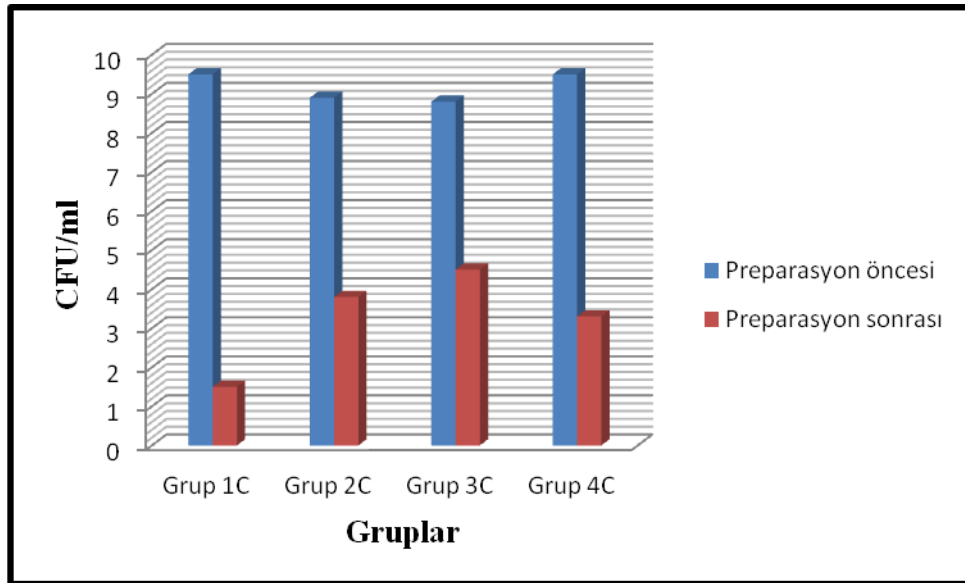


Şekil 4.7. 1B, 2B, 3B ve 4B gruplarının preparasyon öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiği.

Yıkama solüsyonu olarak % 5 NaOCl+ % 7 Maleik asit kullanılan örnekler mekanik preparasyon tekniklerinin bakteri sayısını azaltmadaki etkinliği açısından karşılaştırıldığında Step-back yöntemi ile prepare edilen grup ile SAF sistemi ile prepare edilen grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0.005$) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Yıkama solüsyonu olarak % 5 NaOCl+ % 7 Maleik asit kullanılan örneklerin mekanik preparasyon teknikleri açısından karşılaştırılmaları (Ortalama±Standart sapma).

	Örnek sayısı	Preparasyon öncesi	Preparasyon sonrası
Grup 1C Step-back yöntemi+% 5 NaOCl+% 7 Maleik asit	9	9.5089±.81101	1.5113±1.24587
Grup 2C ProTaper+% 5 NaOCl+% 7 Maleik asit	9	8.9400±.91516	3.7952±1.63141
Grup 3C SAF+ % 5 NaOCl+% 7 Maleik asit	9	8.7524±.84244	4.5394±1.18394
Grup 4C Reciproc+% 5 NaOCl+% 7 Maleik asit	9	9.4814±1.19668	3.2800±1.58358



Şekil 4.8. 1C, 2C, 3C ve 4C gruplarının preparasyon öncesi ve sonrası bakteri sayısı değerleri grafiği.

Gruplarda preparasyon öncesi ve sonrası bakteri sayısındaki azalma oranı yüzde (%) olarak değerlendirildiğinde Step-back yöntemi ile preparasyon yapılan ve yıkama solüsyonu olarak % 5 NaOCl+% 7 Maleik asit kullanılan grupta (Grup 1C) % 84.39 azalma olduğu görülmüştür. SAF ile prepare edilen ve yıkama amacıyla serum fizyolojik kullanılan grupta (Grup 3A) bakteri sayısındaki azalma oranının diğer gruplara göre daha düşük olduğu (% 29.47) görülürken, diğer gruplarda bu oranın benzer değerlerde olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Preparasyon sonrasında bakteri sayısındaki azalma oranlarının yüzde (%) değerleri.

Gruplar	Örnek sayısı	Ortalama $\pm$ Standart sapma	En düşük (Minimum)	En yüksek (Maximum)
GRUP 1A	9	46.92 $\pm$ 22.352	28	100
GRUP 1B	9	73.85 $\pm$ 22.993	39	100
GRUP 1C	9	84.39 $\pm$ 12.211	68	100
GRUP 2A	9	49.33 $\pm$ 19.948	36	100
GRUP 2B	9	70.13 $\pm$ 18.787	48	100
GRUP 2C	9	58.50 $\pm$ 17.590	41	100
GRUP 3A	9	29.47 $\pm$ 17.166	2	54
GRUP 3B	9	58.71 $\pm$ 22.564	26	100
GRUP 3C	9	48.44 $\pm$ 12.326	33	71
GRUP 4A	9	41.28 $\pm$ 8.987	31	55
GRUP 4B	9	53.74 $\pm$ 21.426	35	100
GRUP 4C	9	64.88 $\pm$ 17.424	47	100

5. TARTIŞMA

Kök kanallarının şekillendirilmesi ve yıkanması işleminin temel amacı kök kanal sistemindeki tüm mikroorganizmaların uzaklaştırılması ve kanal boşluğunda kalabilecek potansiyel antijenik artıkların nötralize edilmesini sağlamaktır. Kök kanalının içinde nekrotik dokuların ve mikroorganizmaların kalması enfeksiyonun devam etmesine veya tekrarlamasına yol açabilmektedir (Aydın ve diğerleri, 2007; Azar ve Ebrahimi, 2005; Berber ve diğerleri, 2006; Bürklein ve diğerleri, 2011; Camara ve diğerleri, 2009; Singla ve diğerleri, 2010; Siqueira ve diğerleri, 1997; Sjögren ve diğerleri, 1997).

Bu çalışmada farklı preparasyon teknikleri ve yıkama solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliklerini değerlendirmek üzere çekilmiş insan dişlerinin kök kanalları *E. faecalis*'in hazır suşları kullanılarak enfekte edilmiştir. Kök kanal yıkama solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliklerinin incelendiği çalışmalarda çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. *In vitro* çalışmalarda, çoğunlukla seçilen mikroorganizmaların hazır suşları kullanılmaktadır. Çekilmiş insan veya hayvan dişlerinin kök kanallarına bu hazır suşlardan elde edilen mikrobiyal süspansiyonlar inoküle edilerek, test edilen yıkama solüsyonlarının antimikrobiyal etkinlikleri incelenmektedir (Dametto ve diğerleri, 2005; Ruff ve diğerleri, 2006; Shabahang ve Torabinejad, 2003).

Bu çalışmada kullanılan dişlerin kronları işleme başlamadan önce kesilmiş ve kök boyları eşit olacak şekilde ayarlanarak örneklerin standardizasyonu sağlanmıştır. Kullanılan dişlerin kök uçları kompozit rezin ile kapatıldıktan sonra tüm dişler akrilik bloklar içerisine gömülmüştür. Böylece kanal içine transfer edilen bakteri süspansiyonunun apikalden taşması engellenmiş, kök kanalı şekillendirme ve yıkama işlemleri sırasında çalışma kolaylığı sağlanmış ve örnek alınırken kontaminasyonun engellenmesi düşünülmüştür. Bakteriyel sızıntıyı önlemek amacıyla tüm kök yüzeyleri tırnak cilası ile kaplanmıştır. Polimerize olmuş tırnak cilası içerisindeki çözücülerin muhtemel antibakteriyel etkisinin ihmal edilebilecek kadar düşük seviyede olduğu bilinmektedir (Haapasalo ve Ørstavik, 1987). Dagna ve diğerleri (2012), Görduysus ve diğerleri (2011), Matos Neto ve diğerleri (2011), Oliveira ve

diğerleri (2007), Singla ve diğerleri (2010) de çalışmalarında benzer yöntemi kullanmışlardır.

Mikrobiyolojik çalışmalarda kök kanallarının *in vitro* olarak enfekte edilmesi ve kök kanalının anatomik yapısı çalışmanın sonucunu etkilemektedir. Mandibular premolar insan dişlerinin kök kanalları horizontal düzlemden incelendiğinde kanalın orta üçlüsüne kadar bukkolingual doğrultuda genişleyen oval bir şekile sahiptir. Dolayısıyla, preparasyon sırasında eğenin dokunmadığı alanlar kalabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan dişlerin kronları uzaklaştırıldıktan sonra bukkolingual ve meziodistal yönden radyografileri alınmış ve eğri, uzun oval, dar veya çok geniş kanal anatomisine sahip dişler çalışmaya dahil edilmemiş, deney gruplarının oluşturulmasında, #15 K-tipi eğenin apikal bölgeye kadar sıkışmadan ulaşabildiği benzer anatomik yapıya sahip dişler kullanılmıştır. Alves ve diğerleri (2012), Ballal ve diğerleri (2009a), Berber ve diğerleri (2006), De-Deus ve diğerleri (2011), Paranjpe ve diğerleri (2012), Siqueira ve diğerleri (2002b), Siqueira ve diğerleri (2010) de yaptıkları çalışmalarında benzer bir yol izlemişlerdir.

Mikrobiyolojik çalışmalarda kontaminasyonun önlenmesi ve sterilizasyon çalışmanın sonucunu etkileyebilecek diğer önemli faktörlerdir. Benzer çalışmalarda olduğu gibi (Chuste-Guillot ve diğerleri, 2006; Coldero ve diğerleri, 2002; Görduysus ve diğerleri, 2011; Lynne ve diğerleri, 2003; Matos Neto ve diğerleri, 2011), bu çalışmada kullanılan dişler enfekte edilmeden önce 121 °C’de 15 dk boyunca otoklavda steril edilmiştir. Sterilizasyon kontrolü sterilizasyon poşeti içerisine yerleştirilen indikatör kağıdı aracılığıyla yapılmıştır. “Sachet” yöntemi gerek endodontik gerekse cerrahi aletlerin sterilizasyonunun kontrolünde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Berber ve diğerleri (2006), Camara ve diğerleri (2009), Estrela ve diğerleri (2012), Görduysus ve diğerleri (2011), Lynne ve diğerleri (2003), Şen ve diğerlerinin (1999) yaptıkları çalışmalarında olduğu gibi bu çalışmada da, dişlerin sterilizasyon işlemi tamamlandıktan sonra deneye başlamadan önce sterilizasyon kontrolü için her gruptan bir diş rastgele seçilerek BHIB agar içinde 37 °C’de 24 saat boyunca inkübe edilmiş ve bakteriyel üreme yönünden kontrol

edilmiştir. Dişlerin sterilizasyonu kontrol edildikten sonra gruptaki diğer dişler çalışmaya dahil edilmiştir.

Çeşitli kök kanalı yıkama solüsyonlarının ve/veya preparasyon yöntemlerinin antibakteriyel etkinliklerinin incelendiği birçok çalışmada, kemomekanik işlemlere karşı en dirençli bakteri türü olması, başarısız kanal tedavilerinden sorumlu tutulması ve kolay kültüre edilebilmesi (Siqueira ve diğerleri, 2002b) gibi özellikleri nedeniyle *E. faecalis* kullanılmıştır (Aydın ve diğerleri, 2007; Berber ve diğerleri, 2006; Matos Neto ve diğerleri, 2011; Singla ve diğerleri, 2010; Siqueira ve diğerleri, 1999; Siqueira ve diğerleri, 2002b; Siqueira ve diğerleri, 2010). Bu çalışmada dişleri enfekte etmek için, yukarıda belirtilen özelliklerinden dolayı *E. faecalis* tercih edilmiştir.

E. faecalis, müdahale edilmemiş nekrotik pulpalı enfekte kök kanallarında az sayıda bulunmasına rağmen (Sundqvist, 1992), çevresel parametreler değişirse çok hızlı üreyebilmekte ve çoğalabilmektedir (Radcliffe ve diğerleri, 2004). Yapılan çalışmalarda, *E. faecalis*'in kök kanallarında standart kemomekanik işlemlerden sonrada yaşamını sürdürebildiği görülmüştür (Molander ve diğerleri, 1998; Peciulienė ve diğerleri, 2001; Sundqvist ve diğerleri, 1998). *E. faecalis* başarısız endodontik tedavilerde primer endodontik enfeksiyonlara oranla 9 kat daha fazla bulunmaktadır (Roças ve diğerleri, 2004b).

E. faecalis'in yüksek pH'da canlılığını koruyabilmesi (Evans ve diğerleri, 2002), dentin tübüllerine kolaylıkla invaze olabilmesi (Haapasalo ve Ørstavik, 1987; Love ve Jenkinson, 2002; Weiger ve diğerleri, 2002), ortamda serum varlığında kollagene tutunabilmesi (Figdor ve diğerleri, 2003), düşük besin varlığı gibi zorlayıcı çevresel şartlarda yaşamını sürdürebilmesi (Sedgley ve diğerleri, 2005) ve kanal tedavisi sırasında uygulanan medikamanlara karşı direnç gösterebilmesi patojenitesinde rol oynayan önemli faktörlerdir (Jett ve diğerleri, 1994). Yukarıda bahsedilen sebeplerden ötürü kök kanalından eliminasyonunun zor olması, *E. faecalis*'in inatçı endodontik enfeksiyonlardan sıklıkla izole edilmesini açıklamaktadır (Kayaoğlu ve Ørstavik, 2004; Sundqvist ve diğerleri, 1998).

Bu çalışmada kullanılan *E.faecalis* ATCC 29212 suşunun inkübasyonu için literatürde farklı süreler önerilmektedir. Önerilen inkübasyon süresi 1 günden 4 haftaya kadar değişmektedir (Chuste-Guillot ve diğerleri, 2006; Eddy ve diğerleri, 2005; Gomes ve diğerleri, 2003; Siqueira ve diğerleri, 2002b). Berber ve diğerleri (2006), yaptıkları çalışmada *E. faecalis*'in *in vitro* olarak dentin tübüllerine penetre olabilmesi ve yoğun enfeksiyon oluşturabilmesi için 3 haftalık inkübasyon süresi gerektiğini belirtirken, Baumgartner ve diğerleri (2007), dentin tübüllerine yeterli penetrasyon için 4 haftalık inkübasyon süresi gerektiğini belirtmişlerdir. Haapasalo ve Ørstavik (1987), çekilmiş sığır dişlerinden hazırlanan 4 mm'lik dentin bloklarını kullanarak yaptıkları çalışmada, kök yüzeylerinden sement tabakasını ve biyomekanik olarak şekillendirdikleri kök kanallarından da smear tabakasını kaldırdıktan sonra, *E. faecalis* ile inoküle ettikleri dentin bloklarını 3 hafta boyunca inkübe etmişlerdir. SEM'de yaptıkları inceleme sonucunda, kanal lümeninden dentin kanallarının içerisine doğru uzanan 500 µm'lik derinlikte yoğun bakteri penetrasyonu olduğunu ve bazı dentin bloklarında, dentin kanalları içindeki bakteri penetrasyonunun 1000 µm'ye ulaştığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, *E. faecalis*'in 24 saat içinde dentin kanallarında 300-400 µm derinliğe ulaşabildiğini, 1, 2 ve 3 haftalık inkübasyon süreleri arasında bakterinin dentin kanallarına penetrasyonunda bir farklılığın bulunmadığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, yapılacak olan çalışmalarda daha kısa inkübasyon sürelerinin kullanılmasının yeterli olacağı bildirilmiştir (Haapasalo ve Ørstavik, 1987). Bu çalışmada, 1 günlük inkübasyon süresi sonunda tüm örneklerin kök kanallarında yaklaşık 10^8 CFU/ml konsantrasyonda *E. faecalis* ürediği görülmüştür. Bu değerin, kök kanallarında başlangıç bakteri üremesi için yeterli olduğunu düşünmekteyiz. Mikrobiyal koloni sayısındaki azalmayı değerlendiren antimikrobiyal çalışmalarda örneklerdeki başlangıç koloni sayılarının tutarlılığı çalışmanın güvenilirliği açısından önemli bir faktördür (Spaun, 1962). Bu çalışmada da, tüm deney gruplarında örneklerdeki başlangıç bakteri sayısının homojen olduğu saptanmıştır.

Kültür aşamalarından sonra, üreyen mikroorganizmaların saflığı Gram boyama ve katalaz tesleri ile kontrol edilmelidir. Bu çalışmada, kemomekanik preparasyon öncesi ve sonrasında kök kanallarından örnek alınmış, Gram boyama ve

katalaz tesleri ile kök kanallarının *E. faecalis* ile enfekte edildiği onaylanmış ve kontaminasyon olmadığı doğrulanmıştır.

Kök kanallarından çeşitli yöntemlerle mikrobiyolojik örnek alınması işlemi çalışmanın sonucunu etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Enfekte kök kanalına steril kağıt konların yerleştirilmesi veya farklı kanal aletleri kullanılarak dentinin tıraşlanması sonucu elde edilen dentin talaşlarının toplanması ile mikrobiyolojik örnekler alınmaktadır (Eddy ve diğerleri, 2005; Gomes ve diğerleri, 2003; Lee ve diğerleri, 2008; Önçağ ve diğerleri, 2003; Siqueira ve diğerleri, 1997). Bu çalışmada kök kanallarından kemomekanik preparasyon öncesi ve sonrasında steril kağıt konlar yardımıyla örnekler alınmıştır. Kağıt konlarla örnek almanın avantajı hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda kolaylıkla uygulanabilmesidir (Menezes ve diğerleri, 2004; Mercade ve diğerleri, 2009). Diğer taraftan, kağıt konlarla bakteriyolojik örnek alınması bir takım sınırlamalara sahiptir çünkü kağıt konların fiziksel olarak kök kanalının düzensiz girintilerine ulaşması güç olduğundan sadece ana kanalda bulunan mikroorganizmalardan örnek alınabilmekte ve dentin tübülleri içerisine penetre olan mikroorganizmalara erişilememektedir (Alves ve diğerleri, 2009; Sathorn ve diğerleri, 2007). Konu ile ilgili yapılan önceki çalışmalarla benzer şekilde (Chuste-Guillot ve diğerleri, 2006; Paranjpe ve diğerleri, 2012; Shuping ve diğerleri, 2000; Singla ve diğerleri, 2010; Siqueira ve diğerleri, 1999; Siqueira ve diğerleri, 2000b; Siqueira ve diğerleri, 2002b; Siqueira ve diğerleri, 2010) bu çalışmada, kağıt konlarla kök kanallarından daha etkili bir şekilde örnek alınabilmesi için, örnek alma işleminden önce kanala steril serum fizyolojik yerleştirilip ardından el aletleri çalışma boyunca ileri-geri hareketlerle uygulanarak bakterilerin dentin duvarlarından serbestleşmesi sağlanmıştır.

Mekanik preparasyon enfekte kök kanal sistemindeki bakteri sayısının azaltılmasında önemli rol oynamaktadır (Çolak ve diğerleri, 2005; Görduysus ve diğerleri, 2011; Haapasalo ve diğerleri, 2005; Matos Neto ve diğerleri, 2011; Siqueira ve diğerleri, 1999). Endodonti pratiğinde kök kanal preparasyonunda paslanmaz çelik K-tipi eğelerle step-back preparasyon yöntemi oldukça yaygın olarak kullanılmıştır (Dalton ve diğerleri, 1998). Kök kanal preparasyonunu daha

kolay ve kısa süreli hale getirmek için el eğelerine alternatif olarak pek çok alet, cihaz ve preparasyon tekniği geliştirilmiştir. Kök kanallarının preparasyonunda Ni-Ti alaşımının dönen aletlerde kullanımı; preparasyon süresini azaltma, hekim yorgunluğunu minimuma indirme ve işlevsel hataları azaltabilme özelliklerinden dolayı popülerlik kazanmıştır (Bergmans ve diğerleri, 2001; Bergmans ve diğerleri, 2003; Bertrand ve diğerleri, 2001; Camara ve diğerleri, 2009; Dalton ve diğerleri, 1998; Paque ve diğerleri, 2005; Schafer ve Lohmann, 2002; Schafer ve Vlassis, 2004; Singla ve diğerleri, 2010; Siqueira ve diğerleri, 1997; Thompson ve Dummer, 1998). Preparasyon etkinliği açısından el eğelerinin Ni-Ti döner ege sistemlerine göre daha üstün olduğunu belirten çalışmalara rağmen (Ahlquist ve diğerleri, 2001; Schafer ve Lohmann, 2002), bu çalışmada olduğu gibi serum fizyolojik ile yıkama işlemi gerçekleştirildiğinde, kanal içi bakteri sayısının azaltılmasında çeşitli Ni-Ti döner ege sistemleri ile K-tipi el eğeleri arasında fark olmadığı saptanmıştır (Çolak ve diğerleri, 2005; Dalton ve diğerleri, 1998).

Bu çalışmada, K-tipi eğeler ve ProTaper döner ege sistemi gibi çoklu ege sistemleri ile SAF ve Reciproc gibi tek ege sistemlerinin kök kanallarından *E. faecalis*'i elimine etme yeteneği karşılaştırılmıştır.

ProTaper sisteminin diğer Ni-Ti döner ege sistemlerine göre daha düzenli ve kanal çapları ile uyumlu şekillendirme yaptığı, kök kanalı dentin duvarlarından daha fazla doku kaldırdığı ve dolayısıyla yıkama işleminin etkinliğini ve enfeksiyon kontrolünü artırdığı saptanmıştır (Bergmans ve diğerleri, 2003; Calberson ve diğerleri, 2004; Guelzow ve diğerleri, 2005; Hashem ve diğerleri, 2012; Iqbal ve diğerleri, 2004; Paque ve diğerleri, 2005; Yang ve diğerleri 2007; Yoshimine ve diğerleri, 2005; Yun ve diğerleri, 2003). Yapılan çalışmalarda, kanalların genişletilmesinde kullanılan apikal ana eğenin boyutu büyüdükçe kök kanalındaki bakteri sayısının daha fazla azaldığı bildirilmiştir (Dalton ve diğerleri, 1998; Siqueira ve diğerleri, 1999). ProTaper bitirme eğeleri parabolik şekilde artan açılanmaya ve uç kısmında diğer döner sistemlerden daha geniş çapa sahip olduğundan dolayı daha fazla dentin dokusu kaldırabilmektedir (Yun ve diğerleri, 2003). ProTaper sisteminin çeşitli Ni-Ti döner eğelere göre daha üstün bir preparasyon etkinliğine sahip

olduğunu savunan çalışmaların yanında, literatürde benzer sonuçlar elde edilen çalışmalar da mevcuttur (Paque ve diğerleri, 2005; Williamson ve diğerleri, 2009; Yang ve diğerleri, 2011; Zmener ve diğerleri, 2011)

Literatürde, ProTaper sistemi ile farklı preparasyon tekniklerinin kanal içi bakteri sayısının azaltılmasındaki etkinliklerini karşılaştıran çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Aydın ve diğerleri, 2007; Görduysus ve diğerleri, 2011; Matos Neto ve diğerleri; Paranjpe ve diğerleri, 2012; Singla ve diğerleri, 2010). Singla ve diğerleri (2010), 0.02 açılı #40 K-tipi el eğeleri ile step-back tekniği, 0.04 açılı #40 ProFile, 0.06 açılı #40 ProFile ve F4 ProTaper sistemleriyle crown-down tekniği ile prepare edilen ve steril serum fizyolojik ile yıkama işlemi gerçekleştirilen kök kanallarında *E. faecalis* eliminasyonunu incelemişler ve en iyi sonucun 0.06 açılı #40 ProFile ve F4 ProTaper sistemleriyle elde edildiğini saptamışlardır. Benzer bir diğer çalışmada, Görduysus ve diğerleri (2011), ProTaper, K3, Hero Shaper ve K-tipi el eğelerinin kanal içi bakteri popülasyonundaki azalmaya etkilerini SEM’de incelemişler ve steril serum fizyolojik ile yıkama işlemi yapılan kök kanallarından *E. faecalis*’in eliminasyonunda ProTaper Ni-Ti döner ege sisteminin diğer sistemlere oranla daha üstün olduğunu ancak, tüm gruplarda dentin tübülleri içindeki bakterilerin elimine edilemediğini bildirmişlerdir. Her iki çalışmada da araştırmacılar, steril serum fizyolojik ile yıkama işlemi yapılan kök kanallarında, ProTaper sisteminin diğer sistemlere göre kanal içi bakteri sayısında daha etkili bir azalma sağlamanın kök kanallarından dentin dokusunu daha fazla kaldırmasına bağlı olduğunu savunmuşlardır.

Protaper sisteminin kök kanalından daha fazla dentin dokusu kaldırdığı ve dolayısıyla enfeksiyon kontrolünü arttırdığı düşünülse de; Aydın ve diğerlerinin (2007), ProTaper ve Hero Shaper Ni-Ti döner ege sistemlerinin kök kanallarından *E. faecalis*’in elimasyonuna etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında, ProTaper sisteminin kök kanalının dentin duvarlarından Hero Shaper sistemine göre daha fazla diş dokusu kaldırmasına rağmen, her iki sisteminde *E. faecalis*’i benzer oranda elimine ettiğini bulmuşlardır. Matos Neto ve diğerleri (2011), steril serum fizyolojikle yıkama işlemi uygulanan kök kanallarından ProTaper döner Ni-Ti

sistem, ProTaper manuel sistem ve K-tipi el eğelerinin *E. faecalis*'i uzaklaştırma etkinliklerini incelemişler ve tüm gruplarda *E. faecalis*'in elimine edildiğini fakat, gruplar arasında istatistikel açıdan anlamlı bir fark bulunmadığını saptamışlardır. bu çalışmada da steril serum fizyolojik yıkama solüsyonu kullanılan tüm preparasyon yöntemleri karşılaştırıldığında, kanal içi *E. faecalis* sayısındaki azalmanın benzerlik gösterdiği bulunmuştur.

Son zamanlarda geliştiren Ni-Ti tek ege sistemleri endodonti pratiğine büyük bir yenilik getirmiştir. Literatürde, SAF sisteminin kök kanallarının temizlenmesi (De-Deus ve diğerleri, 2011; Metzger ve diğerleri, 2010b) ve dezenfeksiyonunda (Siqueira ve diğerleri, 2010) diğer konvansiyonel eğelere göre daha etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.

Versiani ve diğerleri (2011), yassı-oval kanallarda SAF ve K3 döner ege sisteminin preparasyon etkinliklerini micro-CT ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, SAF sisteminin kökün koronal üçlüsünde K3 sistemine göre daha etkili bir preparasyon yaptığını saptamışlardır. Dietrich ve diğerleri (2012), alt molar dişlerin mezial kanallarında SAF, K3 ve WaveOne sistemlerinin debrisini uzaklaştırma etkilerini inceledikleri çalışmalarında, SAF ve K3 sistemlerinin WaveOne sistemine göre kök kanalındaki girintilerde bulunan artıkları daha iyi temizlediğini belirtmişlerdir. De-Deus ve diğerleri (2011), oval şekilli alt kanin kök kanallarında SAF ve ProTaper Ni-Ti döner ege sisteminin kök kanallarından debrisini uzaklaştırma etkinliklerini *in vivo* olarak karşılaştırdıkları çalışmalarında, preparasyon sonrasında kanal içinde kalan artık pulpa dokusu miktarının ProTaper sisteminde % 21.4; SAF sisteminde ise % 9.3 olduğunu saptamışlardır. Paque ve Peters (2011), SAF ve ProTaper sisteminin preparasyon etkinliklerini karşılaştırdıkları micro-CT çalışmalarında, SAF sistemiyle prepare edilen kök kanallarında ortalama % 23.5 oranında prepare edilmeyen alanlara rastlanırken, ProTaper sistemiyle prepare edilen örneklerde bu oranın ortalama % 66.1 olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Solomonov ve diğerleri (2012), SAF ve ProTaper sisteminin C-şekilli kanalları prepare etme etkilerini karşılaştırdıkları micro-CT çalışmalarında SAF sistemiyle prepare edilen kök kanalında ortalama % 41 oranında dokunulmayan alanlar

görülürken ProTaper sistemiyle prepare edilen grupta bu oranın ortalama % 66 olduğunu saptamışlardır.

Siqueira ve diğerleri (2010), uzun-oval kök kanallarında 04/40 BioRaCe ve SAF sistemlerini kullanarak yapılan kemomekanik preparasyonun *E. faecalis* popülasyonundaki azalmaya etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında, SAF sisteminin BioRaCe sistemine göre daha etkili olduğu saptamışlardır. Buna rağmen Paranjpe ve diğerleri (2012), ProTaper sistemiyle prepare edilen örneklerde SAF grubuna göre kanal içi *E. faecalis* sayısının önemli derecede azaldığını bulmuşlardır. Araştırmacılar bu sonucun, SAF sisteminin apikal bölgede yeterli genişletmeye imkan vermemesine ve dolayısıyla yıkama solüsyonlarının kök kanalında etkili bir dezenfeksiyon sağlamasını kısıtlamasına bağlı olarak elde edildiğini savunmuşlardır. Bu çalışmanın bulguları da incelendiğinde, istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmasa da, ProTaper sisteminin SAF sistemine göre daha fazla oranda bakteri sayısını azalttığı, kanal duvarlarına daha iyi adapte olduğu bildirilen SAF'ın, kanal içindeki *E. faecalis*'in eliminasyonunda, kullandığımız diğer preparasyon tekniklerine üstünlük göstermediği saptanmıştır. Bu sonuçlardaki farklılığın, ProTaper sisteminin SAF sistemine göre daha etkili bir preparasyon sağlamasından (Guelzow ve diğerleri, 2005; Yoshimine ve diğerleri, 2005) ve mekanik preparasyon sırasında daha fazla sayıda eğe kullanılmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Kök kanalının tek bir Ni-Ti döner eğe ile prepare edilmesi fikri ilk olarak ProTaper F2 egesinin resiprokasyon hareketiyle kullanılmasıyla başlamıştır (Yared, 2008). De-Deus ve diğerleri (2010), resiprokasyon hareketi ile kullanıldığında ProTaper F2 egesinin 250 ve 400 rpm rotasyonda kullanılmasına göre dairesel yorgunluk süresinin uzadığını bulmuşlardır. You ve diğerleri (2011), yaptıkları micro-CT çalışmasında ProTaper Universal Ni-Ti döner eğe sistemini devamlı rotasyon ve resiprokasyon hareketiyle kullanmışlar ve her iki grup arasında kanal kurvatürü, hacmi, yüzey alanı ve kök kanal transportasyonu açısından bir fark bulmamışlardır. Paque ve diğerleri (2011), ProTaper F2 egesi ve ProTaper eğe setini preparasyon sonrası kök kanalının hacmi, prepare edilmeyen alan ve kanal transportasyonu açısından karşılaştırmışlar ve sonuç olarak her iki sistem arasında bir

fark olmadığını sadece kökün koronal bölümünde ProTaper F2 eğesinin daha fazla kanal transportasyonuna neden olduğunu saptamışlardır.

Kök kanal preparasyonunda ProTaper F2 eğesinin resiprokasyon hareketi ile kullanımını takiben (Yared, 2008), resiprokasyon hareketi ile kullanılan Reciproc Ni-Ti döner tek eğe sistemi piyasaya sürülmüştür.

Bürklein ve diğerleri (2011) yaptıkları çalışmada, Reciproc ve WaveOne tek eğe sistemleri ile ProTaper ve Mtwo çoklu eğe sistemlerinin kök kanalını şekillendirme ve temizleme etkinliğini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda tüm sistemlerin kök kanalının şeklini değiştirmeden prepare ettiğini, kök kanalının apikal üçlüsünde Reciproc ve Mtwo sistemlerinin diğer sistemlere göre daha çok debris uzaklaştırdığını, koronal ve orta üçlü bölgesinde ise ProTaper sistemi ile prepare edilen grupta en çok artık debris görüldüğünü diğer sistemler arasında ise fark olmadığını ve smear tabakasının kaldırılmasında gruplar arasında fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Alves ve diğerleri (2012), oval şekilli kök kanallarında Reciproc ve BioRace sistemlerinin *E. faecalis*'i elimine etme etkilerini kültür ve PCR yöntemleriyle incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, preparasyon sırasında yıkama solüsyonlarının miktarını ve yıkama işleminin süresini eşitledikleri zaman; kök kanalının apikal bölgesinde Reciproc sisteminin BioRace sistemine göre daha geniş bir preparasyon yapmasına rağmen, Reciproc ve BioRace sistemlerinin istatistiksel açıdan fark olmaksızın kök kanalındaki bakterileri önemli ölçüde elimine ettiğini bulmuşlardır. Dagna ve diğerlerinin (2012), Reciproc, Mtwo, Revo-S ve OneShape Ni-Ti döner tek eğe sistemlerinin *E. faecalis* ile enfekte edilmiş kök kanallarını temizleme etkilerini inceledikleri çalışmalarında, % 5.25 NaOCl ve % 17 EDTA solüsyonları ile yıkama işlemi yapılmıştır. Çalışmada preparasyon sonrası deney gruplarının tümünde CFU/ml sayısı önemli ölçüde azalsa da negatif kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada da benzer şekilde yıkama solüsyonlarının miktarını ve yıkama işleminin süresini eşitlendiği zaman, Reciproc tek eğe sistemi ile prepare edilen örnekler ile çoklu eğe sistemleri (K-tipi eğeler ve ProTaper) arasında *E. faecalis* sayısındaki azalmanın benzer oranda olduğu görülmüştür. Bu sonucun,

kemomekanik preparasyonunda yıkama solüsyonlarının eşit hacimde kullanılmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Mekanik preparasyon sonrası kök kanal sistemindeki bakteri popülasyonu önemli ölçüde azalsa da, mekanik preparasyon esnasında ve sonrasında etkin bir antimikrobiyal solüsyonun kullanılması gerekmektedir. Ana kanaldan yan kanallara ve dentin tübüllerine bakterilerin invaze olması, kök kanalının karmaşık bir yapısının bulunması ve eğelerin fiziksel olarak kanal içinde sınırlı bölgelere ulaşabilmeleri gibi faktörlerin kök kanalından yeterli miktarda bakteri eliminasyonunun yapılamamasında rol oynadığı düşünülmektedir (Haapasalo ve diğerleri, 2005).

Siqueira ve diğerleri (1997), pozitif kontrol grubundaki kök kanallarını steril serum fizyolojik ile yıkamışlar ve deney sonucunda tüm dişlerde bakteri varlığını tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucu olarak, kök kanal sistemindeki dezenfeksiyonun artırılmasında antibakteriyel etkinliğe sahip yıkama solüsyonunun kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Siqueira ve diğerlerinin (1997) yaptıkları çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da, steril serum fizyolojik ile yıkama işlemi yapılan kontrol gruplarında preparasyon sonrasında bakteri sayısında bir miktar azalma gözlenirse de, NaOCl/EDTA veya NaOCl/maleik asit ile son yıkama işlemi yapılan gruplarda bu azalmanın önemli ölçüde arttığı saptanmıştır.

Dalton ve diğerleri (1998), *in vivo* olarak yaptıkları çalışmada 48 adet diş ProFile Ni-Ti döner eğeler ve K-tipi eğeler ile prepare etmişler ve yıkama solüsyonu olarak steril serum fizyolojik kullanmışlardır. Kök kanallarından preparasyon öncesinde, sırasında ve sonrasında kültür almışlar ve kanal içi bakteri sayısının önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir. Buna rağmen, tedavi sonrasında apikal periodontitisli dişlerin tümünde kök kanallarında halen bakteri varlığına rastlarken geri dönüşümsüz pulpitisli vital dişlerin steril olduğunu saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar kanalları her iki tekniği kullanarak daha fazla genişletmelerine rağmen benzer oranda bakteriyel azalma olduğunu görmüşlerdir. Sonuç olarak, preparasyon sonrası dişlerin % 72'sinde bakteri varlığı tespit edilmiştir. Dalton ve diğerlerinin (1998) çalışmalarına benzer şekilde bu çalışmanın sonucunda da, steril serum

fizyolojik ile yıkama işlemi yapılan örneklerde bakteri sayısındaki azalma oranı açısından preparasyon sistemleri arasında fark bulunamamıştır.

Pataky ve diğerleri (2002), 40 adet dişi 37 °C'de 24 saat boyunca *E. faecalis* ile enfekte ettikten sonra K-tipi eğe, K-tipi Nitiflex ve K-tipi reamer kullanarak elle prepare etmişler ve steril serum fizyolojik ile yıkama işlemini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda kök kanallarında bakteri sayısında azalma gerçekleşse de, çalışmada kullanılan hiçbir dişin steril olmadığını saptamışlardır.

Bu çalışmada deney gruplarında kullanılan kök kanalı yıkama solüsyonlarının antibakteriyel etkinliklerinin kontrolü için pozitif kontrol gruplarında kök kanalları steril serum fizyolojik solüsyonu ile yıkanmıştır. Deney gruplarının CFU ortalama değerleri, pozitif kontrol gruplarının CFU ortalama değerlerinden tüm gruplarda daha düşük bulunmuştur. Serum fizyolojinin kök kanallarının temizlenmesine katkıda bulunan kimyasal bir özelliği bulunmamaktadır. Buna rağmen, pozitif kontrol gruplarındaki dişleri enfekte etmekte kullandığımız mikroorganizmaların CFU değerlerinde kemomekanik preparasyondan sonra anlamlı bir azalma tespit edilmiştir. Yine de kök kanallarında önemli miktarda canlı mikroorganizma kaldığı görülmüştür. Bundan dolayı bu azalmanın, serum fizyolojinin kanal içine ve dışına akışıyla sağlanan fiziksel etkisinden kaynaklandığı söylenebilir.

NaOCl, geniş spektrumlu antibakteriyel etkinliğinden dolayı 70 yıldan uzun bir süredir endodonti pratiğinde yıkama solüsyonu olarak kullanılmaktadır (Siqueira ve diğerleri, 1997). NaOCl'in kök kanallarının yıkanmasında önerilen konsantrasyonuna ilişkin tek bir görüş bulunmamaktadır. Yapılan bazı çalışmalar NaOCl'nin düşük konsantrasyonlarda bile yeterli bir antibakteriyel etkinlik gösterdiği yönündedir. Zehnder ve diğerleri (2002), NaOCl'nin pulpa dokusu ve kollajen gibi organik maddeleri çözdüğünü ayrıca, % 1 gibi düşük konsantrasyonlarının bile nekrotik pulpa dokusu üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Siqueira ve diğerleri (2000b), yaptıkları *in vitro* çalışmada serum fizyolojik ve % 1, % 2.5, % 5.25 konsantrasyonlarındaki NaOCl solüsyonlarının *E. faecalis*

üzerindeki antibakteriyel etkinliğini karşılaştırmışlar ve enfekte kök kanalında kullanılan tüm yıkama solüsyonlarının mikroorganizma miktarında azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Tüm NaOCl solüsyonlarının serum fizyolojiğe oranla mikroorganizma sayısında belirgin bir azalmaya neden olduğunu fakat, üç ayrı NaOCl konsantrasyonunun antibakteriyel etkinliği arasında bir fark olmadığını bulmuşlardır. Araştırmacılar, NaOCl solüsyonunun konsantrasyonu arttıkça antibakteriyel etki hızının arttığını bulmuşlardır. Camara ve diğerleri (2009), *C. albicans*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis* ve *S. aureus* ile enfekte ettikleri dişleri ProTaper Universal sistemle prepare etmişler ve yıkama solüsyonu olarak % 0.5, % 1 ve % 2.5 konsantrasyonlardaki NaOCl solüsyonunu kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda yıkama solüsyonlarının antimikrobiyal aktivitesi açısından istatistiksel yönden anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Yukarıdaki çalışmaların aksine NaOCl'nin konsantrasyonu arttıkça antibakteriyel etkinliğinin de önemli ölçüde arttığını bildiren çalışmalar da mevcuttur. Yeşilsoy ve diğerleri (1995), % 0.5, % 2.5, % 5.25 konsantrasyonlarındaki NaOCl'nin kök kanallarında çok sık karşılaşılan mikroorganizmalara karşı etkisini değerlendirmişler ve % 5.25 konsantrasyondaki NaOCl'nin bir çok mikroorganizma üzerine etkili olurken % 0.5 konsantrasyonunda ise etkinliğin en az olduğunu bildirmişlerdir. Berber ve diğerleri (2006), % 0.5, % 2.5 ve % 5.25 konsantrasyonlarındaki NaOCl solüsyonlarının *E. faecalis* üzerindeki antibakteriyel etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmada, tüm solüsyonların kök kanalı ve dentin tübüllerindeki bakteri sayısını önemli ölçüde azalttığını fakat, % 5.25 NaOCl solüsyonunun en etkili sonucu verdiğini saptamışlardır. Oliveira ve diğerleri (2007), % 2 CHX ve % 5.25 NaOCl'nin *E. faecalis* CFU sayısını önemli derecede azalttığı ve bu etkinin 7 gün sonra bile devam ettiğini gözlemlerken, % 1.5 NaOCl'nin kök kanal preparasyonundan hemen sonra alınan örneklerde *E. faecalis* CFU sayısını önemli derecede azalttığını fakat, 7 gün sonunda kontrol grubuyla arasında istatistiksel açıdan herhangi bir fark bulunmadığını saptamışlardır. Araştırmacılar, NaOCl'nin konsantrasyonu arttıkça antibakteriyel etkinliğinin de arttığını savunmuşlardır. Retamozo ve diğerleri (2010), *E. faecalis*'in eliminasyonunda % 5.25 NaOCl solüsyonunun 40 dk sonra en etkili sonucu verdiğini buna karşın, % 1.3

ve % 2.5 NaOCl solüsyonunun bu sürede *E faecalis*'i elimine etmede başarısız olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada antibakteriyel etkinliği yüksek olduğu bilinen % 5 NaOCl solüsyonu kullanılmıştır.

Döner aletlerin kullanılmasıyla birlikte günümüzde kök kanallarının mekanik preparasyon süresi kısalmıştır. NaOCl gibi etkisini çok kısa sürede gösterebilen bir biyosidin bile, etkisini gösterebilmesi için yeterli çalışma süresine ihtiyacı vardır (Zehnder, 2006). Peciulienė ve diğerleri (2001), % 5.25 NaOCl'yi kullanarak rutin olarak yapılan kemomekanik preparasyonla, kök kanallarından *E. faecalis*'in elimine edilemediğini bildirmişlerdir. Bundan dolayı son yıkamada kullanılacak olan solüsyon, solüsyonun hacmi ve kök kanallarıyla temas süresi düşünüldenden daha da önemlidir.

NaOCl'nin klinik etkinliğinde konsantrasyonunun yanı sıra, kök kanalının karmaşık anatomik yapısı, kök kanal enfeksiyonlarının polimikrobiyal olması ve biyofilm varlığı gibi faktörler de rol oynamaktadır (Spratt ve diğerleri, 2001). Ayrıca yapılan çalışmalarda, NaOCl'in uzun süreli bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadığı saptanmıştır (Baca ve diğerleri, 2011a; Weber ve diğerleri, 2003). NaOCl'in antimikrobiyal etkisi, solüsyonun içeriğinde mevcut serbest klorin miktarına ve yüksek yüzey gerilimine bağlıdır (Taşman ve diğerleri, 2000). Bunun yanında, dentin tamponlama kapasitesiyle, NaOCl'in antimikrobiyal etkinliğini sınırlayabilmektedir (Haapasalo ve diğerleri, 2007). NaOCl'in klinik etkinliğinde rol oynayan bir diğer faktör ise yıkama solüsyonlarının kök kanalındaki dentin tübüllerine penetrasyonunu engelleyen smear tabakasının varlığıdır (Sundqvist ve diğerleri, 1998). Smear tabakasının bakteri içermesi ve bakteriler için besin kaynağı olması nedeniyle kök kanal yüzeyinden kaldırılması gerektiği bildirilmiştir (Cameron, 1987; Mader ve diğerleri, 1984; Meryon ve Brook, 1990). Yıkama solüsyonlarının antimikrobiyal etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda (Byström ve Sundqvist, 1983; Foley ve diğerleri, 1983), yalnızca dentin yüzeyi dezenfeksiyonu göz önüne alınmıştır. Dentinin derinliklerindeki bakteri varlığı dikkate alındığında araştırmalar yıkama solüsyonlarının total inhibisyonunu göstermese de, smear tabakasının kaldırılmasının kanal dezenfeksiyonunun sağlanmasında önemli

olduğunu göstermektedir (Ørstavik ve Haapasalo, 1990). Bu nedenle yıkama solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliklerinin değerlendirilmesinde antimikrobiyal özellikler yanında smear tabakasını kaldırabilmeleri ve enfekte dentin kanalcıklarına yayılabilmeleri de önemli görülmektedir (Alaçam, 2012, s. 532). Baca ve diğerleri (2011b), şelasyon ajanının kök kanal tedavisi sırasında oluşan kalsifik oluşumlar ve smear tabakasının inorganik komponenti üzerinde etki göstermesi nedeniyle, organik doku çözücü etkinliği yüksek olan NaOCl ile kombine kullanımını önermişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, son yıkamada şelasyon ajanının kullanılmasının NaOCl solüsyonunun dentin tübüllerine penetrasyonunu artırdığını vurgulamışlardır. Bu çalışmada şelasyon ajanı olarak % 15 EDTA ve % 7 maleik asit kullanılmıştır.

Kök kanalının apikal bölgesindeki debrisin ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında kullanılan yıkama solüsyonlarının yetersiz kaldığı görülmüştür. Metzger ve diğerleri (2010a), yaptıkları çalışmalarında SAF eğesinin % 3 NaOCl ve % 17 EDTA ile kullanılması sonucu kök kanal duvarının (kökün apikal üçlüsü dahil) debris ve smear tabakasından tamamen arındırıldığını bulmuşlardır. Çalışmamızda da bu durumu destekleyecek şekilde, yıkama solüsyonu olarak steril serum fizyolojik kullanılan ve SAF ile prepare edilen grupta bakteri oranındaki azalmanın en az olduğu (%29.47), SAF sistemi preparasyonu sırasında devamlı olarak % 5 NaOCl ve % 15 EDTA/ % 7 maleik asit solüsyonları kullanılan gruplarda ise bakteri sayısındaki azalmanın daha etkili olduğu saptanmıştır. Bu durumun, şelasyon ajanlarının kök kanal preparasyonu sırasında devamlı olarak apikal bölgeye etki etmesi ve SAF eğesinin kanalın apikal bölgesinde yarattığı mekanik titreşim hareketinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bu kombinasyonda diğer birçok yöntemle göre apikal bölgedeki kanal yüzeyinin daha etkin bir şekilde temizlendiği sonucuna varılmıştır (Hülsmann ve diğerleri, 1997; Kbedmat ve Shokouhinejad, 2008; Metzger ve diğerleri, 2010a; Paque ve diğerleri, 2005; Versümer ve diğerleri, 2002).

EDTA'nın aktif antimikrobiyal etkisi olmayan kimyasal bir ajan olduğu öne sürülse de, kök kanal duvarlarında oluşan smear tabakasının inorganik komponentini kaldırarak kanal içi bakteri sayısında azalmaya neden olduğu bilinmektedir (Ballal ve

diğerleri, 2011a; Siqueira ve diğerleri, 1998). Dentinin bazı antimikrobiyal ajanlara karşı tamponlama kapasitesi (Haapasalo ve diğerleri, 2007) ve dentin yüzeyindeki doku artıkları, EDTA'nın smear tabakasını kaldırmadaki etkinliğini azaltmakta ve böylece bakteriyel bağlanmanın etkisini kısıtlamaktadır (Özdemir ve diğerleri, 2010).

Serper ve diğerleri (2001), EDTA, oksijenli su ve NaOCl solüsyonunun smear tabakası üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kök kanallarında EDTA kullanıldıktan sonra kanalların NaOCl ile yıkanmasının smear tabakasını kaldırmak için en etkili yöntem olduğu bildirmişlerdir. Crumpton ve diğerleri (2005), EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımının smear tabakasının uzaklaştırılmasında daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalt ve Serper (2002), kök kanallarında % 17 EDTA solüsyonunu 1 dk boyunca beklettikten sonra % 5 NaOCl ile yıkama işlemini tamamladıkları dişleri SEM'de incelemişler ve apikal üçlü de dahil olmak üzere tüm kök kanalında smear tabakasının tamamen kaldırıldığını tespit etmişlerdir. NaOCl ve EDTA solüsyonlarının birlikte kullanımının smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırdığını savunan çalışmaların aksine, özellikle kök kanalının apikal bölgesinde artık smear tabakası kalıntılarının bulunduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Caron ve diğerleri, 2010; Mancini ve diğerleri, 2009; O'Connell ve diğerleri, 2000; Torabinejad ve diğerleri, 2003).

EDTA, Gram-negatif bakterilerin hücre zarı katyonları ile birleşerek lipopolisakkarit salınımına neden olarak hücrenin yapısını bozabilmektedir. Yapılan *in vitro* çalışmada, % 15 EDTA kök kanalında 1 dk bekletildikten sonra *E. faecalis* biyofilmlerini ortadan kaldırabildiği (Ferrer-Luque ve diğerleri, 2010) ve yapılan *ex vivo* çalışmada ise, % 17 EDTA'nın 24 saat sonunda *E. faecalis* biyofilm formasyonunu % 99.99 oranında inhibe ettiği gösterilmiştir (Baca ve diğerleri, 2011a). Buna rağmen, kök kanallarında ve dentin tübüllerinde kuvvetli bir antimikrobiyal ajan değildir ve *E. faecalis* gibi Gram-pozitif bakteriler üzerinde etkisi bulunmamaktadır (Arias-Moliz ve diğerleri, 2008; Ballal ve diğerleri, 2011a; Fidalgo ve diğerleri, 2010; Ørstavik ve Haapasalo, 1990).

Buck ve diğerleri (2001), *E. faecalis* ile enfekte edilmiş insan dişi modellerinde % 0.2 EDTA solüsyonunu 1 dk beklettikten sonra örneklerin %

37'sinde bakteri popülasyonunun tamamen elimine edildiğini ancak, % 0.525 NaOCl solüsyonuna göre daha az antibakteriyel etkinliğe sahip olduğunu bulmuşlardır.

Abdullah ve diğerleri (2005), selüloz nitrat membran kullanarak *E. faecalis* biyofilmlerini ürettikleri çalışmalarında, % 17 EDTA solüsyonunu 1, 2, 4, 8, 15, 30 ve 60 dk süreyle bekletmişler ve 60 dk'nın sonunda EDTA'nın *E. faecalis* biyofilmlerine karşı düşük bir antibakteriyel aktivite gösterdiğini saptamışlardır.

Dunavant ve diğerleri (2006) yaptıkları çalışmalarında, % 6 NaOCl solüsyonunun *E. faecalis* biyofilmlerini % 99.99 oranında elimine ederken, % 17 EDTA ve su karışımı olan REDTA solüsyonunun *E. faecalis* biyofilmlerini % 26.99 oranında elimine edebildiğini saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, 1 ve 5 dk beklettikleri örneklerde, geçen süre ile bakteri eliminasyonu oranı arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.

Bu sebeple, EDTA ve NaOCl yıkama solüsyonlarının kök kanal sisteminin yıkanması işleminde birlikte kullanımı gündeme gelmiştir. NaOCl kök kanal sistemindeki bakterilerin yok edilmesini ve biyofilm tabakasının uzaklaştırılmasını sağlayan etkili bir yıkama solüsyonu olsa da (Helting ve diğerleri, 2001; Clegg ve diğerleri, 2006), tek başına kullanıldığı zaman *E. faecalis*'in dentine adezyonunu önleyememektedir (Özdemir ve diğerleri, 2010). EDTA'nın kök dentin yüzeyinin serbest enerjisini ve su geçirmezliğini azaltarak *E. faecalis*'in dentine adezyonu ve biyofilm oluşturma yeteneğini etkilediği bildirilmiştir (Kishen ve diğerleri, 2008). Ayrıca, Kishen ve diğerleri (2008), kök kanallarının yıkanması işleminde en son kullanılan solüsyonun bakterinin dentine adezyon yeteneğini etkilediğini vurgulamışlardır. Son yıkama solüsyonu olarak EDTA kullanıldığında, bakterilerin dentine adezyonunun NaOCl'e göre daha fazla olduğu görülmüştür (Özdemir ve diğerleri, 2010). Şelasyon ajanları veya asitlerin kök kanallarının yıkanması işleminde tek başına kullanılması; dentinin sadece inorganik yapısının uzaklaştırılması, kollagen liflerin açığa çıkması ve *E. faecalis*'in adezyonu için uygun bir ortam oluşturulmasına neden olmaktadır (Haapasalo ve diğerleri, 2007; Nallapareddy ve diğerleri, 2000). Buna rağmen Özdemir ve diğerleri yaptıkları çalışmada (2010), % 17 EDTA ve % 2.5 NaOCl solüsyonları tek başlarına

kullandığında, *E. faecalis*'in kök kanal dentinine adezyonuna benzer etki gösterdikleri, solüsyonlar birlikte kullanıldığında ise bu etkinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar bu durumun, *E. faecalis*'in bakteriyel adezyonunun, kollagene olan spesifik bağlanmasından çok yüzey özelliklerine dayalı nonspesifik fiziksel etkileşimlere (Yang ve diğerleri, 2006) bağlı olduğunu düşünmüşlerdir.

Grawehr ve diğerleri (2003), % 8.5 EDTA, % 0.5 NaOCl ve % 17 EDTA + % 1 NaOCl (1:1 kombinasyon) solüsyonlarının, *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı antimikrobiyal etkinlikleri, kalsiyum şelasyonu ve doku çözücü özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, EDTA/NaOCl kombinasyonunun solüsyonun kalsiyuma bağlanmasında ya da antimikrobiyal özelliğinde herhangi bir değişikliğe neden olmadığını ve EDTA/NaOCl kombinasyonunun çözdüğü doku miktarının EDTA'nın tek başına kullanıldığında çözdüğü miktar ile aynı olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre NaOCl ile karıştırıldığında EDTA'nın kalsiyumu bağlama özelliğinde bir değişiklik olmamaktadır, buna karşın NaOCl'in doku çözücü özelliği azalmaktadır. Ayrıca, çalışmada kullanılan tüm solüsyonların *C. albicans* ve *E. faecalis*'e karşı olan antibakteriyel etkinliklerinin aynı olduğu bildirilmiştir. Ancak başka bir çalışmada, % 17 EDTA + % 2.5 NaOCl, % 17 EDTA, % 2.5 NaOCl ve steril serum fizyolojik (kontrol grubu) solüsyonlarının, *E. faecalis*'in biyofilm kolonizasyonuna etkinliklerinin inceledikleri çalışmalarında, EDTA ve NaOCl solüsyonlarının birlikte kullanıldığı örneklerde *E. faecalis*'in meydana getirdiği biyofilm tabakasını önemli ölçüde kaldırdığını fakat kök kanalındaki bakterilerin tamamıyla elimine edilemediğini saptamışlardır (Özdemir ve diğerleri, 2010). Bu çalışmada da, EDTA ve NaOCl solüsyonları ile yıkama işlemi yapılan dişlerde kanal içi bakteri popülasyonunun steril serum fizyolojiğe göre daha fazla azaldığı fakat tamamen elimine edilemediği gözlemlenmiştir. Kök dentin yüzeyine yapışan ve elimine edilemeyen canlı veya ölü bakteriler kemomekanik preparasyona rağmen kök kanal enfeksiyonuna yol açabilmektedir.

EDTA'nın apikal bölüme doğru temizleme etkisinin azalması (Alaçam, 2012, s. 534-535), kalsiyum ile şelat oluşturarak bakterilerin mekanik hareketini

kolaylaştırması ve aynı zamanda bakteri hücresinin metabolik yollarını etkilemesi nedeniyle (Baca ve diğerleri, 2011a) diğer şelasyon ajanlarının kullanılması gündeme gelmiştir. Maleik asidin biyouyumluluğunun ve antimikrobiyal etkinliğinin yüksek olması nedeniyle kök kanallarında yıkama solüsyonu olarak kullanılmıştır. Maleik asitin güçlü bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olmasının organik asit olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Organik asitler, bölünmüş asit moleküllerinin iyonizasyonu ve hücre membranının geçirgenliğini değiştirerek substrat geçişinin bozulmasıyla mikrobiyal hücrelerin internal pH'ını düşürmektedir (Eswaranandam ve diğerleri, 2004). Maleik asit EDTA gibi dentini demineralize ederek kollajeni açığa çıkarmakta (Di Renzo ve diğerleri, 2001) ve *E. faecalis*'in dentine tutunması için uygun bir ortam oluşmasına katkıda bulunmaktadır (Nallapareddy ve diğerleri, 2000). Ayrıca, maleik asidin EDTA'ya göre kök kanallarında etkisini daha uzun süre koruyabilmesi, solüsyonun güçlü bir antimikrobiyal etkisinin olmasına dayanmaktadır (Arias-Moliz ve diğerleri, 2009; Ferrer-Luque ve diğerleri, 2010).

Yapılan çalışmalarda, maleik asidin % 5 ile % 15 arasındaki konsantrasyonlarda kullanıldığında smear tabakasını etkili bir şekilde kaldırdığı fakat, % 10 ve daha yüksek konsantrasyonlarda kök kanal duvarlarında demineralizasyon ve hasar meydana getirdiği gösterilmiştir (O'Connell ve diğerleri, 2000). Prabhu ve diğerleri (2003), yaptıkları çalışmada maleik asidin % 7'den fazla konsantrasyonda kullanımının intertübüler dentinde hasara yol açtığını bildirmişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda kullanılan maleik asidin konsantrasyonu % 7 olacak şekilde hazırlanmıştır.

Ballal ve diğerleri (2011a) yaptıkları çalışmada, % 7 maleik asidin % 17 EDTA'ya göre dentin yüzeyinde daha yüksek oranda dekalsifikasyon meydana getirdiğini bulmuşlardır. Araştırmacıların 2009 yılında yaptıkları çalışmalarında, % 7 maleik asit ve takiben % 2.5 NaOCl solüsyonları ile son yıkama işlemini gerçekleştirdikleri dişlerde, % 17 EDTA ve takiben % 2.5 NaOCl ile yıkama işlemi yapılan örneklerle kök kanallarının dezenfeksiyonunda önemli bir alan olan apikal üçlüde smear tabakasının daha etkili bir şekilde kaldırıldığını göstermişlerdir. Bunun yanında, kök kanalının koronal ve orta üçlüsünde EDTA ve maleik asit

solüsyonlarının benzer şekilde etki gösterdiği saptanmıştır (Ballal ve diğerleri, 2009a). Araştırmacılar apikal bölgede EDTA solüsyonunun maleik aside göre smear tabakasını etkili bir şekilde kaldıramamasının nedenini, % 17 EDTA'nın yüzey geriliminin % 7 maleik aside göre daha yüksek olmasına bağlamışlardır. EDTA şelasyon ajanı olduğundan, dekalsifikasyon yeteneği yüksek hidrojen iyon konsantrasyonuna bağlı değildir ve nötral pH'da etkinliğini gösterebilmektedir. Dentindeki kalsiyum iyonu ile hidrojen iyonunun yer değiştirmesi ortamdaki pH'ın düşmesine neden olmaktadır. Bu yüzden, pH'ın azalmasına bağlı olarak EDTA'nın dekalsifikasyon etkinliği de zamanla azalmaktadır. Maleik asit yüksek oranda asidik olduğundan, kısa bir süre içinde EDTA'ya göre daha etkili bir demineralizasyon etkisi gösterebilmektedir (Ballal ve diğerleri, 2009a). Bu çalışmada deney gruplarının oluşturulmasında özellikle kök kanalının apikal bölgesinde smear tabakasını kaldırmada EDTA'ya göre daha etkili olduğu bildirilen (Ballal ve diğerleri, 2009a) maleik asit EDTA'ya alternatif olarak kullanılıp, değerlendirilmiştir.

Ferrer-Luque ve diğerleri (2010), % 0.88 maleik asit ve setrimid ile maleik asit kombinasyonunun 30 sn sonunda, setrimid ile EDTA ve sitrik asit kombinasyonlarının ise 1 dk sonunda *E. faecalis* biyofilmlerini tamamen elimine ettiğini saptamışlardır.

Ferrer-Luque ve diğerleri (2012), % 0.2 setrimid ile kullanılan % 7 maleik asit solüsyonunun 60 gün sonra devam eden antimikrobiyal aktivitesinin diğer gruplara göre daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, % 17 EDTA, % 7 maleik asit ve % 10 laktik asit solüsyonlarının % 0.2 setrimid ile birlikte kullanıldığında bakterilerin kök kanallarında yeniden üremediğini bulmuşlardır.

Yıkama solüsyonlarının uzun süreli antibakteriyel etkinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, % 17 EDTA ve % 7 maleik asit ile yıkama işlemi yapılan kök kanallarında, *E. faecalis* biyofilm formasyonunun inhibisyon yüzdesi anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (sırasıyla, % 85 ve % 64). Maleik asidin *E. faecalis* biyofilmlerini 10 örnekten 7'sinde % 100 ve diğer 3 örnekte ise % 99.99 oranında ortadan kaldırdığı saptanmıştır. EDTA solüsyonunun ise *E. faecalis*'i % 44 oranında yok ettiği bulunmuştur (Baca ve diğerleri, 2011a).

Ballal ve diğerkleri (2011b), yıkama solüsyonlarının antimikrobiyal etkilerini bakteriler üzerine direk temasını sağlayarak test ettikleri çalışmada, % 7 maleik asit ve % 17 EDTA solüsyonlarının *E. faecalis*, *C. albicans* ve *S. aureus* üzerindeki antimikrobiyal etkinliklerini 0, 2, 4, 6, 12 ve 24 saat süreyle incelemişler, tüm zaman periyotlarında maleik asit ile EDTA'nın test edilen mikroorganizmalara karşı eşit bir antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğunu ve ayrıca, % 7 maleik asidin 5 dk süre sonunda *E. faecalis*'i tamamen ortadan kaldırdığını bulmuşlardır. Bu çalışmada, Ballal ve diğerklerinin çalışmalarından farklı olarak solüsyonların antimikrobiyal etkinlikleri değerlendirmek için enfekte edilmiş kök kanalları kullanılmasına rağmen, Ballal ve diğerklerinin çalışmalarının sonucuyla benzer şekilde son yıkamada kök kanallarında birer dk süreyle bekletilen % 7 maleik asit ve % 15 EDTA solüsyonları arasında benzer bir antimikrobiyal etkinlik gözlenmiştir.

Baca ve diğerkleri (2011b), *E. faecalis* ile enfekte edilmiş dişlerin kök kanallarında farklı yıkama solüsyonlarını birlikte kullanarak farklı süreler sonunda bakterinin yeniden kök kanallarında üreyip üremediğini incelemişlerdir ve EDTA ve maleik asidin CHX ve setrimid ile kombine kullanımında 60 günün sonunda bile kanal içinde antimikrobiyal etkinliğin devam ettiğini saptamışlardır. Bu çalışmada da Baca ve diğerklerinin çalışmalarında olduğu gibi, son yıkamada NaOCl ile kombine kullanılan EDTA ve maleik asit solüsyonları arasında antimikrobiyal etkinlik açısından fark bulunamamıştır. Bakteriyel üremenin yeniden başlamasının nedenini, mekanik preparasyon ve yıkama işlemine rağmen bakterilerin kök kanallarından tamamen elimine edilememesine ve kültür yöntemiyle bakteri sayısının tespit edilmesinin kısıtlı olmasına bağlamaktayız.

Bu çalışmada kullanılan yıkama solüsyonlarının tümünün *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Ancak, son yıkamada kullanılan solüsyonların antimikrobiyal etkinlikleri farklı preparasyon yöntemleri kullanılarak karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. Son yıkamada steril serum fizyolojik veya NaOCl/EDTA yıkama solüsyonları kullanıldığında gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmemiştir. Ancak, son yıkamada maleik asit kullanıldığında bütün gruplarda bakteriyel azalma olduğu saptanırken,

sadece K-tipi eğeler ile prepare edilen grup ile SAF sistemi ile prepare edilen grup arasında bakteri popölasyonunun eliminasyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır.

Bu alışmada, SAF sistemi ile prepare edilen ve serum fizyolojik ile yıkama işlemi gerçekleştirilen grupta bakteri azalması en dūřuk oranda olup, bu grup ile step-back+ NaOCl/EDTA, stepback+ NaOCl/maleikasit, ProTaper+ NaOCl/ EDTA, ProTaper+ NaOCl/maleik asit ve Reciproc+ NaOCl/maleik asit gruplarına gore istatistiksel olarak anlamlı derecede daha dūřuk oranda bakteriyel azalma grölümüştür. Benzer şekilde, Reciproc ile prepare edilen ve serum fizyolojik ile yıkama işlemi yapılan grupta, step-back yöntemi ile prepare edilen ve maleik asit/NaOCl ya da EDTA/NaOCl ile yıkama işlemi yapılan gruplara gore daha az sayıda bakteri eliminasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu sonuç, kemomekanik preparasyon sonrası etkili bir bakteriyel azalma sağlamak için SAF sisteminin mutlaka antimikrobiyal ajanlarla birlikte kullanılması gerektiğini göstermektedir. Maleik asit gibi glü bir antimikrobiyal etkinliğe sahip solölasyon ile birlikte kullanılmasına rağmen, K-tipi çoklu eđe sistemine gore daha az etkili olduğunu göstermiştir.

Bu alışmada, K-tipi eğeler ile prepare edilen kök kanallarında son yıkamada % 5 NaOCl + % 7 maleik asit solölasyonları kullanıldığında, ProTaper ile prepare edilen ve steril serum fizyolojik ile yıkama işlemi yapılan kök kanallarına gore daha yüksek oranda bakteriyel azalma olduğu grölümüştür. Bu durum, kanal içi bakteri sayısının kemomekanik preparasyon ile azaltılmasında kullanılan eğenin sayısı ve tipi kadar yıkama solölasyonun tipinin de önemli olduğunu kanıtlamaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

1. Mekanik preparasyon amacıyla kullanılan tekniğin kök kanal duvarından dentin dokusunu kaldırma yeteneği, kanal içi bakteri popülasyonunun elimine edilmesinde en önemli faktörlerden biridir. Bu çalışmada steril serum fizyolojik ve NaOCl/EDTA yıkama solüsyonları kullanılan gruplarda mekanik preparasyon tekniklerinin kanal içi *E. faecalis* sayısını benzer oranda azalttığı gözlemlenmiştir. Son yıkamada NaOCl/maleik asit kullanıldığında ise, K-tipi eğelerin SAF sistemine göre bakteri eliminasyonunda üstünlük sağladığı bulunmuştur.
2. Kök kanallarının karmaşık anatomik yapısı ve bakteri içeren smear tabakasının varlığı gibi nedenlerle sadece mekanik preparasyon sonrası kanal içi bakteri popülasyonu % 100 elimine edilememektedir. Bu durumda, antimikrobiyal etkisi olan, smear tabakasını kaldırabilen bir yıkama solüsyonu veya birden fazla solüsyonun birlikte kullanımı kanal içi bakteri sayısının azaltılmasında bir diğer önemli faktördür. Bu çalışmada, yıkama solüsyonu olarak steril serum fizyolojinin kullanıldığı kontrol grubu ile EDTA/NaOCl ve maleik asit/NaOCl ile yıkama işlemi yapılan gruplar arasında antimikrobiyal etkinlik yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark sadece K-tipi eğeler ve SAF sistemi ile preparasyon yapılan örneklerde görülmüştür.
3. Elde ettiğimiz sonuçlara göre; kanal içi bakteri sayısını azaltma etkisi ve diğer araştırmalarla ortaya konulan kök kanalının özellikle apikal üçlüsünde smear tabakasını daha etkili bir şekilde uzaklaştırması, antimikrobiyal etkinliğinin fazla ve uzun süreli olması gibi özellikleri ve ucuz olması nedeniyle maleik asit kök kanallarının yıkanması işleminde EDTA'ya alternatif olarak NaOCl ile birlikte kullanılabilir.
4. Çalışmamızın sonuçları uygulanan kemomekanik preparasyon yöntemleriyle kök kanallarındaki *E. faecalis* miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ortaya koysada hiçbir grupta mikroorganizmalar tam

olarak elimine edilememiştir. Bakterilerin tamamen ortadan kaldırılamaması sonucunda uygun ortam varlığında tekrar maksimum sayılarına ulaşabileceği açıktır. Kök kanal tedavisi sırasında bakteriler tamamen elimine edilebilirse tedavi prognozunun başarılı olacağı bilinmektedir. % 5 NaOCl kök kanalı içerisinde şelasyon ajanlarıyla birlikte kullanıldığında *E. faecalis*'i serum fizyolojiğe göre daha etkili bir şekilde yok edebilmiştir. Dolayısıyla kanal tedavisi sırasında antibakteriyel etkinliğe sahip solüsyonların kombine kullanımı kanal tedavisinin başarısını önemli ölçüde etkilemektedir.

5. Yüksek maliyeti göz önünde bulundurulmaz ise, SAF ve Reciproc gibi tek ege sistemlerinin bakteri popülasyonundaki azalmada çoklu ege sistemleriyle benzer sonuçlar göstermesi, klinik kullanım sürelerinin kısa olması nedeniyle endodonti uygulamalarında tercih edilebilecek yöntemler olduğu düşüncesindeyiz.

İdeal bir yıkama solüsyonundan smear tabakasını uzaklaştırması ve kanal içi bakteri popülasyonunu tamamen elimine etmesi beklenmektedir. Fakat, günümüze kadar kullanılan yıkama solüsyonlarından hiçbiri bu koşulu yerine getirememiştir. Bu özelliklere sahip yıkama solüsyonunun geliştirilmesine yönelik çalışmalar hedeflenmeli ve yapılacak olan *in vitro* çalışmaların mutlaka klinik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan maleik asit solüsyonunun sadece kök kanalında yaygın olarak bulunan *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal etkisi değerlendirilmiştir. Kök kanalında bulunan diğer mikroorganizmalara karşı etkinliği konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Abdullah, M., Ng, Y.L., Gulabivala, K., Moles, D.R. ve Spratt, D.A. (2005). Susceptibilities of two *Enterococcus faecalis* phenotypes to root canal medications. *Journal of Endodontics*, 31(1), 30-36.
- Ahlquist, M., Henningsson, O., Hultenby, K. ve Ohlin, J. (2001). The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canals: a scanning electron microscopy study. *International Endodontic Journal*, 34(7), 533-537.
- Akpınar, K.E. ve Türköz, E.G. (1998). S.E.T. Canal Leader 2001 cihazı ile yapılan kök kanal preparasyonunun debris ve smear tabakası yönünden incelenmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 1(1), 11-15.
- Alaçam, T. (2000). *Endodonti*. Ankara: Fakülteler Kitabevi Barış Yayınları.
- Alaçam, T. (2012). *Endodonti*. Ankara: Özyurt Matbaacılık.
- Alves, F.R., Roças, I.N., Almeida, B.M., Neves, M.A., Zoffoli, J. ve Siqueira, J.F. Jr. (2012). Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *International Endodontic Journal*, 45(9), 871-877.
- Alves, F.R.F., Siqueira, J.F. Jr., Carmo, F.L., Santos, A.L., Peixoto, R.S., Roças, I.N. ve diğerleri. (2009). Bacterial community profiling of cryogenically ground samples from the apical and coronal root segments of teeth with apical periodontitis. *Journal of Endodontics*, 35(4), 486-492.
- Ando, N. ve Hoshino, E. (1990). Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal dentine. *International Endodontic Journal*, 23(1), 20-27.
- Arias-Moliz, M.T., Ferrer-Luque, C.M., Espigares-Garcia, M. ve Baca, P. (2009). *Enterococcus faecalis* biofilms eradication by root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 35(5), 711-714.

- Arias-Moliz, M.T., Ferrer-Luque, C.M., Espigares-Rodriguez, E., Liebana-Urena, J. ve Espigares-Garcia, M. (2008). Bactericidal activity of phosphoric acid, citric acid, and EDTA solutions against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 106(2), 84-89.
- Aydın, C., Tunca, Y.M., Şenses, Z., Baysallar, M., Kayaoğlu, G. ve Ørstavik, D. (2007). Bacterial reduction by extensive versus conservative root canal instrumentation *in vitro*. *Acta Odontologica Scandinavica*, 65(3), 167-170.
- Ayhan, H., Sultan, N., Çırak, M., Ruhi, M.Z. ve Bodur, H. (1999). Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *International Endodontic Journal*, 32(2), 99-102.
- Azar, N.G. ve Ebrahimi, G. (2005). Apically-extruded debris using the ProTaper system. *Australian Endodontic Journal*, 31(1), 21-23.
- Baca, P., Junco, P., Arias-Moliz, M.T., Gonzalez-Rodriguez, M.P. ve Ferrer-Luque, C.M. (2011a). Residual and antimicrobial activity of final irrigation protocols on *Enterococcus faecalis* biofilm in dentin. *Journal of Endodontics*, 37(3), 363-366.
- Baca, P., Mendoza-Llamas, M.L., Arias-Moliz, M.T., Gonzalez-Rodriguez, M.P. ve Ferrer-Luque, C.M. (2011b). Residual effectiveness of final irrigation regimens on *Enterococcus faecalis*-infected root canals. *Journal of Endodontics*, 37(8), 1121-1123.
- Balaji, T.S. (2010). Effect of various root canal irrigants on removal of smear layer and debris – an SEM study. *Restorative Dentistry/Endodontics*, 30(1), 205-210.
- Ballal, N.V., Kandian, S., Mala, K., Bhat, K.S. ve Acharya, S. (2009a). Comparison of the efficacy of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid in smear layer removal from instrumented human root canal: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 35(11), 1573-1576.

- Ballal, N.V., Kundabala, M., Bhat, S., Rao, N. ve Rao, B.S. (2009b). A comparative *in vitro* evaluation of cytotoxic effects of EDTA and maleic acid: root canal irrigants. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 108(4), 633-638.
- Ballal, N.V., Mala, K. ve Bhat, K.S. (2011a). Evaluation of decalcifying effect of maleic acid and EDTA on root canal dentin using energy dispersive spectrometer. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 112(2), 78-84.
- Ballal, N.V., Rao, B.N., Mala, K., Bhat, K.S. ve Rao, B.S.S. (2012). Assessment of genotoxic effect of maleic acid and EDTA: a comparative *in vitro* experimental study. *Clinical Oral Investigations*, 16(4), 1-9.
- Ballal, N.V., Yegneswaran, P.P., Mala, K. ve Bhat, K.S. (2011b). *In vitro* antimicrobial activity of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on endodontic pathogens. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 112(5), 696-700.
- Basrani, B., Tjaderhane, L., Santos, J.M., Pascon, E., Grad, H., Lawrence, H.P. ve diğerleri (2003). Efficacy of chlorhexidine- and calcium hydroxide-containing medicaments against *Enterococcus faecalis* *in vitro*. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 96(5), 618-624.
- Baugh, D. ve Wallace, J. (2005). The role of apical instrumentation in root canal treatment: A review of the literature. *Journal of Endodontics*, 31(5), 333-340.
- Baumann, M. (2004). Nickel-titanium: options and challenges. *The Dental Clinics of North America*, 48(1), 55-67.
- Baumgartner, J.C. ve Cuenin, P.R. (1992). Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *Journal of Endodontics*, 18(12), 605-612.

- Baumgartner, J.C. ve Mader, C.L. (1987). A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *Journal of Endodontics*, 13(4), 147-157.
- Baumgartner, J.C., Johal, S. ve Marshall, J.G. (2007). Comparison of the antimicrobial activity of % 1.3 NaOCl/BioPure MTAD to % 5.25 NaOCl/% 15 EDTA for root canal irrigation. *Journal of Endodontics*, 33(1), 48-51.
- Baumgartner, J.C., Watkins, B.J., Bae, K.S. ve Xia, T. (1999). Association of black-pigmented bacteria with endodontic infections. *Journal of Endodontics*, 25(6), 413-415.
- Berber, V.B., Gomes, B.P., Sena, N.T., Vianna, M.E., Ferraz, C.C., Zaia, A.A. ve diğ erleri. (2006). Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 39(1), 10-17.
- Bergmans, L., Cleynenbreugel, J.V., Wevers, M. ve Lambrechts, P. (2001). Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. *American Journal of Dentistry*, 14(5), 324-333.
- Bergmans, L., Van Cleynenbreugel, J., Beullens, M., Wevers, M., Van Meerbeek, B. ve Lambrechts, P. (2003). Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal*, 36(4), 288-295.
- Bertrand, M.F., Lupi-Pegurier, L., Medioni, E., Muller, M. ve Bolla, M. (2001). Curved molar root canal preparations using Hero 642 rotary nickel-titanium instruments. *International Endodontic Journal*, 34(8), 631-634.
- Berutti, E., Marini, R. ve Angeretti, A. (1997). Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *Journal of Endodontics*, 23(12), 725-727.

- Berutti, E., Negro, A.R., Lendini, M. ve Pasqualini, D. (2004). Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of protaper rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 30(4), 228-230.
- Buck, R.A., Eleazer, P.D., Staat, R.H. ve Scheetz, J.P. (2001). Effectiveness of three endodontic irrigants at various tubular depths in human dentin. *Journal of Endodontics*, 27(3), 206-208.
- Bürklein, S., Hinschitza, K., Dammaschke, T. ve Schafer, E. (2011). Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International Endodontic Journal*, 45(5), 449-461.
- Byström, A. ve Sundqvist, G. (1983). Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 55(3), 307-312.
- Byström, A. ve Sundqvist, G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal*, 18(1), 35-40.
- Calberson, F.L., Deroose, C.A., Hommez, G.M. ve De Moor, R.J. (2004). Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals. *International Endodontic Journal*, 37(9), 613-623.
- Camara, A.C., de Albuquerque, M.M., Aguiar, C.M. ve de Barros Correia, A.C. (2009). *In vitro* antimicrobial activity of 0.5 %, 1 %, and 2.5 % sodium hypochlorite in root canals instrumented with the ProTaper Universal system. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 108(2), 55-61.
- Cameron, J.A. (1987). The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *Journal of Endodontics*, 13(11), 541-545.

- Candeiro, G.T., Matos, I.B., Costa, C.F., Fonteles, C.S. ve Vale, M.S. (2011). A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with apple vinegar and sodium hypochlorite associated with EDTA. *Journal of Applied Oral Science*, 19(6), 639-643.
- Card, S.J., Sigurdsson, A., Ørstavik, D. ve Trope, M. (2002). The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *Journal of Endodontics*, 28(11), 779-783.
- Caron, G., Nham, K., Bronnec, F. ve Machtou, P. (2010). Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1361-1366.
- Chavez de Paz, L. (2004). Gram-positive organisms in endodontic infections. *Endodontic Topics*, 9(1), 79-96.
- Chivatxaranukul, P., Dashper, S.G. ve Messer, H.H. (2008). Dentinal tubule invasion and adherence by *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 41(10), 873-882.
- Chu, F.C.S., Tsang, C.S.P., Chow, T.W. ve Samaranayake, L.P. (2005). Identification of cultivable microorganisms from primary endodontic infections with exposed and unexposed pulp space. *Journal of Endodontics*, 31(6), 424-429.
- Chuste-Guillot, M.P., Badet, C., Peli, J.F. ve Perez, F. (2006). Effect of three nickel-titanium rotary file techniques on infected root dentin reduction. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 102(2), 254-258.
- Coldero, L.G., McHugh, S., MacKenzie, D. ve Saunders, W.P. (2002). Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. *International Endodontic Journal*, 35(5), 437-446.

- Clarkson, R.M., Moule, A.J. ve Podlich, H.M. (2001). The shelf-life of sodium hypochlorite irrigating solutions. *Australian Dental Journal*, 46(4), 269-276.
- Clauder, T. ve Baumann, M.A. (2004). ProTaper NT system. *The Dental Clinics of North America*, 48(1), 87-111.
- Clegg, M.S., Vertucci, F.J., Walker, C., Belanger, M. ve Britto, L.R. (2006). The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms *in vitro*. *Journal of Endodontics*, 32(5), 434-437.
- Coleman, C.L., Svec, T.A., Rieger, M.R., Suchina, J.A., Wang, M.M. ve Glickman, G.N. (1996). Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct digital imaging. *Journal of Endodontics*, 22(11), 603-607.
- Costerton, J.W., Stewart, P.S. ve Greenberg, E.P. (1999). Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science*, 284(5418), 1318-1322.
- Crumpton, B.J., Goodell, G.G. ve McClanahan, S.B. (2005). Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17 % REDTA after rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 31(7), 536-538.
- Çalışkan, K. (2006). *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
- Çalt, S. ve Serper, A. (2000). Smear layer removal by EGTA. *Journal of Endodontics*, 26(8), 459-461.
- Çalt, S. ve Serper, A. (2002). Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *Journal of Endodontics*, 28(1), 17-19.
- Çalt, S., Şehri, K. ve Serper, A. (1996). Sodyum hipokloritin yanlışlıkla doku içine enjeksiyonu. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 6(1), 99-101.
- Çolak, M., Evcil, S., Bayındır, Y. ve Yiğit, N. (2005). The effectiveness of three instrumentation techniques on the elimination of *Enterococcus faecalis* from

root canal: An *in vitro* study. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 6(1), 94-106.

Dagna, A., Arciola, C.R., Visai, L., Selan, L., Colombo, M., Bianchi, S. ve diğerleri. (2012). Antibacterial efficacy of conventional and single-use Ni-Ti endodontic instruments: an *in vitro* microbiological evaluation. *The International Journal of Artificial Organs*, 35(00), 1-6.

Dalton, B.C., Ørstavik, D., Phillips, C., Pettiette, M. ve Trope, M. (1998). Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 24(11), 763-767.

Dametto, F.R., Ferraz, C.C.R., Gomes, B.P.F.A., Zaia, A.A., Teixeira, F.B. ve de Souza-Filho, F.J. (2005). *In vitro* assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics*, 99(6), 768-772.

de Melo Maltos, S.M., Sobrinho, A.P., Silva, F.V., Nicoli, J.R., Roque de Carvalho, M.A., Vieira, L.Q. ve diğerleri. (2003). Bacterial concentrations determine the ability to implant in the root canal system and translocate to lymph nodes in germ-free mice. *Journal of Endodontics*, 29(1), 24-27.

Dechichi, P. ve Gomes Moura, C.C. (2006). Smear layer: a brief review of general concepts. Part II. The most common agents to remove endodontic smear layer. *Revista da Faculdade de Odontologia – UPF*, 11(2), 100-104.

De-Deus, G., Moreira, E.J., Lopes, H.P. ve Elias, C.N. (2010). Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocation movement. *International Endodontic Journal*, 43(12), 1063-1068.

De-Deus, G., Souza, E.M., Barino, B., Maia, J., Zamolyi, R.Q., Reis, C. ve diğerleri. (2011). The Self-adjusting file optimizes debridement quality in oval-shaped root canals. *Journal of Endodontics*, 37(5), 701-705.

- Deng, D.M., Hoogenkamp, M.A., Exterkate, R.A.M., Jiang, L.M., van der Sluis, L.W.M., ten Cate, J.M. ve diğerleri. (2009). Influence of *Streptococcus mutans* on *Enterococcus faecalis* biofilm formation. *Journal of Endodontics*, 35(9), 1249-1252.
- Di Renzo, M., Ellis, T.H., Sacher, E. ve Stangel, I. (2001). A photoacoustic FTIRS study of the chemical modifications of human dentin surfaces: I. Demineralization. *Biomaterials*, 22(8), 787-792.
- Dietrich, M.A., Kirkpatrick, T.C. ve Yaccino, J.M. (2012). *In vitro* canal and isthmus debris removal of the Self-adjusting file, K3, and WaveOne files in the mesial root of human mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 38(8), 1140-1144.
- Distel, J.W., Hatton, J.F. ve Gillespie, M.J. (2002). Biofilm formation in medicated root canals. *Journal of Endodontics*, 28(10), 689-693.
- Drucker, D.B., Gomes, B.P.F.A. ve Lilley, J.D. (1997). Role of anaerobic species in endodontic infection. *Clinical Infectious Diseases*, 25(suppl 2), 220-221.
- Dunavant, T.R., Regan, J.D., Glickman, G.N., Solomon, E.S. ve Honeyman, A.L. (2006). Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Journal of Endodontics*, 32(6), 527-531.
- Eddy, R.S., Joyce, A.P., Roberts, S., Buxton, T.B. ve Liewehr, F. (2005). An *in vitro* evaluation of the antibacterial efficacy of chlorine dioxide on *E. faecalis* in bovine incisors. *Journal of Endodontics*, 31(9), 672-675.
- Estrela, C., Sousa-Neto, M.D., Alves, D.R.S., Alencar, A.H.G., Santos, T.O. ve Pecora, J.D. (2012). A preliminary study of the antibacterial potential of cetylpyridinium chloride in root canals infected by *E. faecalis*. *Braslian Dental Journal*, 23(6), 645-653.
- Eswaranandam, S., Hettiarachchy, N.S. ve Johnson, M.G. (2004). Antimicrobial activity of citric, lactic, malic, or tartaric ccids and nisin-incorporated soy

protein film against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, and *Salmonella gaminara*. *Journal of Food Science*, 69(3), 79-84.

Evans, M., Davies, J.K., Sundqvist, G. ve Figdor, D. (2002). Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *International Endodontic Journal*, 35(3), 221-228.

Fabricius, L., Dahlen, G., Sundqvist, G., Happonen, R.P. ve Möller, A.J. (2006). Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. *European Journal of Oral Sciences*, 114(4), 278-285.

Facklam, R.R. ve Teixeira, L.M. (1998). *Enterococcus*. Aktaran: Collier, L., Balows, A., Sussman, M. ve Tenover, B.C. *Topley & Wilson's Microbiology and microbial infections, Systematic bacteriology*. London: Arnold.

Falk, K.W. ve Sedgley, C.M. (2005). The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation *in vitro*. *Journal of Endodontics*, 31(10), 742-745.

Felthouse, T.R., Burnett, J.C., Horrell, B., Mummey, M.J. ve Kuo, Y.J. (2001). Maleic anhydride, maleic acid, and fumaric acid. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, New York: John Wiley and Sons.

Ferrer-Luque, C.M., Arias-Moliz, M.T., Gonzalez-Rodriguez M.P. ve Baca, P. (2010). Antimicrobial activity of maleic acid and combinations of cetrimide with chelating agents against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Journal of Endodontics*, 36(10), 1673-1675.

Ferrer-Luque, C.M., Conde-Ortiz, A., Arias-Moliz, M.T., Valderrama, M.J. ve Baca, P. (2012). Residual activity of chelating agents and their combinations with cetrimide on root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 38(6), 826-828.

- Fidalgo, T.K., Barcelos, R., Portela, M.B., Soares, R.M. Gleiser, R. ve Silva-Filho, F.C. (2010). Inhibitory activity of root canal irrigants against *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*. *Brazilian Oral Research*, 24(4), 406-412.
- Figdor, D., Davies, J.K. ve Sundqvist, G. (2003). Starvation survival, growth and recovery of *Enterococcus faecalis* in human serum. *Oral Microbiology and Immunology*, 18(4), 234-239.
- Fisher, K. ve Phillips, C. (2009). The ecology, epidemiology and virulence of *Enterococcus* sp: a review. *Microbiology*, 155(6), 1749-1757.
- Flahaut, S., Frere, J., Boutibonnes, P. ve Auffray, Y. (1996). Comparison of the bile salts and sodium dodecyl sulfate stress responses in *Enterococcus faecalis*. *Applied and Environmental Microbiology*, 62(7), 2416-2420.
- Flahaut, S., Hartke, A., Giard, J.C. ve Auffray, Y. (1997). Alkaline stress response in *Enterococcus faecalis*: adaptation, cross protection, and changes in protein synthesis. *Applied and Environmental Microbiology*, 63(2), 812-814.
- Foley, D.B., Weine, F.S., Hagen, J.C. ve deDoarrio, J.J. (1983). Effectiveness of selected irrigants in the elimination of *Bacteroides melaninogenicus* from the root canal system. *Journal of Endodontics*, 9(6), 236-241.
- Frais, S., Nguyen, Y.L. ve Gulabivala, K. (2001). Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*, 34(3), 206-215.
- Franzen, R., Gutknecht, N., Falken, S., Heussen, N. ve Meister, J. (2011). Bactericidal effect of a Nd:YAG laser on *Enterococcus faecalis* at pulse durations of 15 and 25 ms in dentine depths of 500 and 1000 µm. *Lasers in Medical Science*, 26(1), 95-101.
- Galdiero, E., Marcatili, A., Donnarumma, G., de Martino, L. ve de L'Ero, G.C. (1993). Correlation between changes in surface hydrophobicity and

interaction of *Streptococcus pyogenes* with human polymorphonuclear leukocytes after prolonged starvation in sea water. *Research in Microbiology*, 144(8), 609-616.

Gambill, J.M., Alder, M. ve del Rio, C.E. (1996). Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *Journal of Endodontics*, 22(7), 369-375.

Giard, J.C., Hartke, A., Flahaut, S., Benachour, A., Boutibonnes, P. ve Auffray, Y. (1996). Starvation-induced multiresistance in *Enterococcus faecalis* JH2-2. *Current Microbiology*, 32(5), 264-271.

Glosson, C.R., Hailer, R.H., Dove, S.B. ve del Rio, C.E. (1995). A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 21(3), 146-151.

Goerig, A.C., Michelich, R.J. ve Schultz, H.H. (1982). Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *Journal of Endodontics*, 8(12), 550-554.

Gomes, B.P., Souza, S.F., Ferraz, C.C., Teixeira, F.B., Zaia, A.A., Valdrighi, L. ve diğerleri. (2003). Effectiveness of 2 % chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine *in vitro*. *International Endodontic Journal*, 36(4), 267-275.

Gomes, B.P.F.A., Ferraz, C.C., Vianna, M.E., Berber, V.B., Teixeira, F.B. ve Souza-Filho, F.J. (2001). *In vitro* antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 34(6), 424-428.

Gomes, B.P.F.A., Pinheiro, E.T., Gade-Neto, C.R., Sousa, E.L.R., Ferraz, C.C.R., Zaia, A.A. ve diğerleri. (2004). Microbiological examination of infected dental root canals. *Oral Microbiology and Immunology*, 19(2), 71-76.

- Görduysus, M., Nagas, E., Torun, Ö.Y. ve Görduysus, Ö. (2011). A comparison of three rotary systems and hand instrumentation technique for the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal. *Australian Endodontic Journal*, 37(3), 128-133.
- Grawehr, M., Sener, B., Waltimo, T. ve Zehnder, M. (2003). Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *International Endodontic Journal*, 36(6), 411-417.
- Gu, L., Kim, J.R., Ling, J., Choi, K.K., Pashley, D.H. ve Tay, F.R. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*, 35(6), 791-804.
- Guelzow, A., Stamm, O., Martus, P. ve Kielbassa, A.M. (2005). Comparative study of six rotary nickeltitanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *International Endodontic Journal*, 38(10), 743-752.
- Gulabivala, K., Patel, B., Evans, G. ve Ng, Y.L. (2005). Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics*, 10(1), 103-122.
- Haapasalo, M. ve Ørstavik, D. (1987). In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *Journal of Dental Research*, 66(8), 1375-1379.
- Haapasalo, M., Endal, U., Zandi, H. ve Coil, J.M. (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*, 10(1), 77-102.
- Haapasalo, M., Qian, W., Portenier, I. ve Waltimo, T. (2007). Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *Journal of Endodontics*, 33(8), 917-925.
- Haapasalo, M., Ranta, H. ve Ranta, K.T. (1983). Facultative gram-negative enteric rods in persistent periapical infections. *Acta Odontologica Scandinavica*, 41(1), 19-22.

- Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W. ve Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. *The Dental Clinics of North America*, 54(2), 291-312.
- Haapasalo, M., Udnaes, T. ve Endal, U. (2003). Persistent, recurrent, and acquired infection of the root canal system post-treatment. *Endodontic Topics*, 6(1), 29-56.
- Hancock, H.H., Sigurdsson, A., Trope, M. ve Moiseiwitsch, J. (2001). Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 91(5), 579-586.
- Hariharan, V.S., Nandlal, B. ve Srilatha, K.T. (2010). Efficacy of various root canal irrigants on removal of smear layer in the primary root canals after hand instrumentation: a scanning electron microscopy study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 28(4), 271-277.
- Hartke, A., Giard, J.C., Laplace, J.M. ve Auffray, Y. (1998). Survival of *Enterococcus faecalis* in an oligotrophic microcosm: changes in morphology, development of general stress resistance, and analysis of protein synthesis. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(11), 4238-4245.
- Hashem, A.A.R., Ghoneim, A.G., Lutfy, R.A., Foda, M.Y. ve Omar, G.A.F. (2012). Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *Journal of Endodontics*, 38(7), 996-1000.
- Heard, F. ve Walton, R.E. (1997). Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *International Endodontic Journal*, 30(5), 323-331.
- Heling, I. ve Chandler, N.P. (1998). Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 31(1), 8-14.
- Heling, I., Rotstein, I., Dinur, T., Szwec-Levine, Y. ve Steinberg, D. (2001). Bactericidal and cytotoxic effects of sodium hypochlorite and sodium

dichloroisocyanurate solutions *in vitro*. *Journal of Endodontics*, 27(4), 278-280.

Hottel, T.L., El-Refai, N.Y. ve Jones, J.J. (1999). A comparison of the effects of three chelating agents on the root canals of extracted human teeth. *Journal of Endodontics*, 25(11), 716-717.

Hülsmann, M. ve Stryga, F. (1993). Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *Journal of Endodontics*, 19(3), 141-145.

Hülsmann, M., Heckendorff, M. ve Lennon, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontic Journal*, 36(12), 810-830.

Hülsmann, M., Peters, O.A. ve Dummer, P.M.H. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10(1), 30-76.

Hülsmann, M., Rummelin, C. ve Schafers, F. (1997). Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *Journal of Endodontics*, 23(5), 301-306.

Ingle, J.I. (1961). A standardized endodontic technique using newly designed instruments and filling materials. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics*, 14(1), 83-91.

Iqbal, M.K., Firic, S., Tulcan, J., Karabucak, B. ve Kim, S. (2004). Comparison of apical transportation between ProFile and ProTaper Ni-Ti rotary instruments. *International Endodontic Journal*, 37(6), 359-364.

Jariwala, S.P. ve Goel, B.R. (2001). Pain in endodontics: causes, prevention and management. *Endodontology*, 13(2), 63-66.

- Jett, B.D., Huycke, M.M. ve Gilmore, M.S. (1994). Virulence of enterococci. *Clinical Microbiology Reviews*, 7(4), 462-478.
- Jiang, L.M., Verhaagen, B., Versluis, M. ve van der Sluis, L.W. (2010). Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *Journal of Endodontics*, 36(1), 143-146.
- Jung, I.Y., Choi, B., Kum, K.Y., Roh, B.D., Lee, S.J., Lee, C.Y. ve diğerleri. (2000). Molecular epidemiology and association of putative pathogens in root canal infection. *Journal of Endodontics*, 26(10), 599-604.
- Kakehashi, S., Stanley, H.R. ve Fitzgerald, R.J. (1965). The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 20(3), 340-349.
- Kakoli, P., Nandakumar, R., Romberg, E., Arola, D. ve Fouad, A.F. (2009). The effect of age on bacterial penetration of radicular dentin. *Journal of Endodontics*, 35(1), 78-81.
- Kamburis, J.J., Barker, T.H., Barfield, R.D. ve Eleazer, P.D. (2003). Removal of organic debris from bovine dentin shavings. *Journal of Endodontics*, 29(9), 559-561.
- Kayaoğlu, G. ve Ørstavik, D. (2004). Virulence factors of *Enterococcus faecalis*: relationship to endodontic disease. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 15(5), 308-320.
- Kbedmat, S. ve Sbokoubinejad, N. (2008). Comparison of the efficacy of three chelating agents in smear layer removal. *Journal of Endodontics*, 34(5), 599-602.
- Keir, D.M., Senia, E.S. ve Montgomery, S. (1990). Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *Journal of Endodontics*, 16(7), 323-327.

- Khademi, A., Yazdizadeh, M. ve Feizianfard, M. (2006). Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *Journal of Endodontics*, 32(5), 417-420.
- Khemaleelakul, S., Baumgartner, J.C. ve Pruksakorn, S. (2002). Identification of bacteria in acute endodontic infections and their antimicrobial susceptibility. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 94(6), 746-755.
- Kishen, A., Sum, C.P., Mathew, S. ve Lim, C.T. (2008). Influence of irrigation regimens on the adherence of *Enterococcus faecalis* to root canal dentin. *Journal of Endodontics*, 34(7), 850-854.
- Koulaouzidou, E.A., Margelos, J., Beltes, P. ve Kortsaris, A.H. (1999). Cytotoxic effects of different concentrations of neutral and alkaline EDTA solutions used as root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 25(1), 21-23.
- Kovac, J. ve Kovac, D. (2011). Effect of irrigating solutions in endodontic therapy. *Bratislava Medical Journal*, 112(7), 410-415.
- Laplace, J.M., Thuault, M., Hartke, A., Boutibonnes, P. ve Auffray, Y. (1997). Sodium hypochlorite stress in *Enterococcus faecalis*: influence of antecedent growth conditions and induced proteins. *Current Microbiology*, 34(5), 284-289.
- Lee, Y., Han, S.H., Hong, S.H., Lee, J.K., Ji, H. ve Kum, K.Y. (2008). Antimicrobial efficacy of a polymeric chlorhexidine release device using *in vitro* model of *Enterococcus faecalis* dentinal tubule infection. *Journal of Endodontics*, 34(7), 855-888.
- Lleo, M.M., Bonato, B., Tafi, M.C., Signoretto, C., Boaretti, M. ve Canepari, P. (2001). Resuscitation rate in different enterococcal species in the viable but non-culturable state. *Journal of Applied Microbiology*, 91(6), 1095-1102.

- Love, R.M. (2001). *Enterococcus faecalis* - a mechanism for its role in endodontic failure. *International Endodontic Journal*, 34(5), 399-405.
- Love, R.M. ve Jenkinson, H.F. (2002). Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 13(2), 171-183.
- Lynne, R.E., Liewehr, F.R., West, L.A., Patton, W.R., Buxton, T.B. ve McPherson, J.C. (2003). *In vitro* antimicrobial activity of various medication preparations on *E. faecalis* in root canal dentin. *Journal of Endodontics*, 29(3), 187-190.
- Mader, C.L., Baumgartner, J.C. ve Peters, D.D. (1984). Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *Journal of Endodontics*, 10(10), 477-483.
- Mancini, M., Armellin, E., Casaglia, A., Cerroni, L. ve Cianconi, L. (2009). A Comparative study of smear layer removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: A scanning electron microscopy. *Journal of Endodontics*, 35(6), 900-903.
- Matos Neto, M., Santos, S.S.F., Leao, M.V.P., Habitante, S.M., Rodrigues, J.R.D.D. ve Jorge, A.O.C. (2011). Effectiveness of three instrumentation systems to remove *Enterococcus faecalis* from root canals. *International Endodontic Journal*, 45(5), 435-438.
- Matsuo, T., Shirakami, T., Ozaki, K., Nakanishi, T., Yumoto, H. ve Ebisu, S. (2003). An immunohistological study of the localization of bacteria invading root pulpal walls of teeth with periapical lesions. *Journal of Endodontics*, 29(3), 194-200.
- Mehdipour, O., Kleier, D.J. ve Averbach, R.E. (2007). Anatomy of sodium hypochlorite accidents. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 28(10), 544-546.
- Menezes, A.C., Zanet, C.G. ve Valera, M.C. (2003). Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. *Pesquisa Odontologica Brasileira*, 17(4), 349-355.

- Menezes, M.M., Valera, M.C., Jorge, A.O., Koga-Ito, C.Y., Camargo, C.H. ve Mancini, M.N. (2004). *In vitro* evaluation of the effectiveness of irrigants and intracanal medicaments on microorganisms within root canals. *International Endodontic Journal*, 37(5), 311-319.
- Mercade, M., Duran-Sindreu, F., Kuttler, S., Roig, M. ve Durany, N. (2009). Antimicrobial efficacy of 4.2 % sodium hypochlorite adjusted to pH 12, 7.5, and 6.5 in infected human root canals. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics*, 107(2), 295-298.
- Meryon, S.D. ve Brook, A.M. (1990). Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *International Endodontic Journal*, 23(4), 196-202.
- Metzger, Z., Basrani, B. ve Goodis, H. (2011). Instruments, materials, and devices. Aktaran: Hargreaves, K.M. ve Cohen, S. *Pathways of The Pulp*. St. Louis: Mosby Elsevier.
- Metzger, Z., Teperovich, E., Cohen, R., Zary, R., Paque, F. ve Hülsmann, M. (2010a). The Self-adjusting file (SAF). Part 3: removal of debris and smear layer-a scanning electron microscope study. *Journal of Endodontics*, 36(4), 697-702.
- Metzger, Z., Teperovich, E., Zary, R., Cohen, R. ve Hof, R. (2010b). The Self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy--a new concept of endodontic files and its implementation. *Journal of Endodontics*, 36(4), 679-690.
- Mickel, A.K., Sharma, P. ve Chogle, S. (2003). Effectiveness of stannous fluoride and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 29(4), 259-260.
- Mohammadi, Z. (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International Endodontic Journal*, 58(6), 329-341.

- Molander, A., Reit, C., Dahlen, G. ve Kvist, T. (1998). Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 31(1), 1-7.
- Molander, A., Warfvinge, J., Reit, C. ve Kvist, T. (2007). Clinical and radiographic evaluation of one- and two-visit endodontic treatment of asymptomatic necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized clinical trial. *Journal of Endodontics*, 33(10), 1145-1148.
- Murray, B.E. (1990). The life and times of the *Enterococcus*. *Clinical Microbiology Reviews*, 3(1), 46-65.
- Nagayoshi, M., Kitamura, C., Fukuizumi, T., Nishihara, T. ve Terashita, M. (2004). Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *Journal of Endodontics*, 30(11), 778-781.
- Nair, P.N., Henry, S., Cano, V. ve Vera, J. (2005). Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 99(2), 231-252.
- Nallapareddy, S.R., Qin, X., Weinstock, G.M., Höök, M. ve Murray, B.E. (2000). *Enterococcus faecalis* adhesin, Ace, mediates attachment to extracellular matrix proteins collagen type IV and laminin as well as collagen type I. *Infection and Immunity*, 68(9), 5218-5224.
- Nerwich, A., Figdor, D. ve Messer, H.H. (1993). pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 19(6), 302-306.
- O'Connell, M.S., Morgan, L.A., Beeler, W.J. ve Baumgartner, J.C. (2000). A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *Journal of Endodontics*, 26(12), 739-743.

- Oliveira, D.P., Barbizam, J.V.B., Trope, M. ve Teixeira, F.B. (2007). *In vitro* antibacterial efficacy of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 103(5), 702-706.
- Ørstavik, D. ve Haapasalo, M. (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endodontics and Dental Traumatology*, 6(4), 142-149.
- Önçağ, Ö., Hoşgör, M., Hilmioğlu, S., Zekioğlu, O., Eronat, C. ve Burhanoglu, D. (2003). Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *International Endodontic Journal*, 36(6), 423-432.
- Özdemir, H.Ö., Buzoğlu, H.D., Çalt, S., Stabholz, A. ve Steinberg, D. (2010). Effect of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite irrigation on *Enterococcus faecalis* biofilm colonization in young and old human root canal dentin: *in vitro* study. *Journal of Endodontics*, 36(5), 842-846.
- Öztürk, B. ve Özer, F. (2004). Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. *Journal of Endodontics*, 30(5), 362-365.
- Paque, F. ve Peters, O.A. (2011). Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the Self-adjusting file. *Journal of Endodontics*, 37(4), 517-521.
- Paque, F., Musch, U. ve Hülsmann, M. (2005). Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *International Endodontic Journal*, 38(1), 8-16.
- Paque, F., Zehnder, M. ve De-Deus, G. (2011). Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *Journal of Endodontics*, 37(10), 1394-1397.
- Paranjpe, A., de Gregorio, C., Gonzalez, A.M., Gomez, A., Herzog, D.S., Pina, A.A. ve diğerleri. (2012). Efficacy of the Self-adjusting file system on cleaning and

shaping oval canals: a microbiological and microscopic evaluation. *Journal of Endodontics*, 38(2), 226-231.

Pataky, L., Ivanyi, I., Grigar, A. ve Fazekas, A. (2002). Antimicrobial efficacy of various root canal preparation techniques: an *in vitro* comparative study. *Journal of Endodontics*, 28(8), 603-605.

Peciuliene, V., Balciuniene, I., Eriksen, H.M. ve Haapasalo, M. (2000). Isolation of *Enterococcus faecalis* in previously root-filled canals in a Lithuanian population. *Journal of Endodontics*, 26(10), 593-595.

Peciuliene, V., Reynaud, A.H., Balciuniene, I. ve Haapasalo, M. (2001). Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 34(6), 429-434.

Peters, L.B., Wesselink, P.R., Buijs, J.F. ve van Winkelhoff, A.J. (2001a). Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *Journal of Endodontics*, 27(2), 76-81.

Peters, O.A. (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of Endodontics*, 30(8), 559-567.

Peters, O.A., Laib, A., Göhring, T.N. ve Barbakow, F. (2001b). Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *Journal of Endodontics*, 27(1), 1-6.

Pinheiro, E.T., Gomes, B.P.F.A., Ferraz, C.C.R., Sousa, E.L.R., Teixeira, F.B. ve Souza-Filho, F.J. (2003a). Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *International Endodontic Journal*, 36(1), 1-11.

Pinheiro, E.T., Gomes, B.P.F.A., Ferraz, C.C.R., Teixeira, F.B., Zaia, A.A. ve Souza-Filho, F.J. (2003b). Evaluation of root canal microorganisms isolated from teeth with endodontic failure and their antimicrobial susceptibility. *Oral Microbiology and Immunology*, 18(2), 100-103.

- Portenier, I., Haapasalo, H., Rye, A., Waltimo, T., Ørstavik, D. ve Haapasalo, M. (2001). Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxylapatite and bovine serum albumin. *International Endodontic Journal*, 34(3), 184-188.
- Portenier, I., Waltimo, T.M.T. ve Haapasalo, M. (2003). *Enterococcus faecalis* – the root canal survivor and ‘star’ in posttreatment disease. *Endodontic Topics*, 6(1), 135-159.
- Prabhu, S.G., Rahim, N., Bhat, K.S. ve Mathew, J. (2003). Comparison of removal of endodontic smear layer using NaOCl, EDTA, and different concentrations of maleic acid – A SEM study. *Endodontology*, 15(1), 20-25.
- Radcliffe, C.E., Potouridou, L., Qureshi, R., Hababbeh, N., Qualtrough, A., Worthington, H. ve diğerleri. (2004). Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 37(7), 438-446.
- Reddy, S.A. ve Hicks, M.L. (1998). Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation technique. *Journal of Endodontics*, 24(3), 180-183.
- Regan, J.D. ve Gutmann, J.L. (2002). Preparation of the root canal system. Aktaran: Pitt Ford, T.R. *Harty's Endodontics in Clinical Practice*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Retamozo, B., Shabahang, S., Johnson, N., Aprecio, R.M. ve Torabinejad, M. (2010). Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 36(3), 520-523.

- Ribeiro, A.C., Matarazzo, F., Faveri, M., Zetzell, D.M. ve Mayer, M.P.A. (2011). Exploring bacterial diversity of endodontic microbiota by cloning and sequencing 16S rRNA. *Journal of Endodontics*, 37(7), 922-926.
- Roane, J.B., Sabala, C.L. ve Duncanson, M.G. Jr. (1985). The 'balanced force' concept for instrumentation of curved canals. *Journal of Endodontics*, 11(5), 203-211.
- Roças, I.N., Jung, I.Y., Chan-Young, L. ve Siqueira, J.F. Jr. (2004a). Polymerase chain reaction identification of microorganisms in previously root-filled teeth in a South Korean population. *Journal of Endodontics*, 30(7), 504-508.
- Roças, I.N., Siqueira, J.F. Jr. ve Santos, K.R.N. (2004b). Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *Journal of Endodontics*, 30(5), 315-320.
- Rossi-Fedele, G. ve De Figueiredo, J.A. (2008). Use of a bottle warmer to increase 4 % sodium hypochlorite tissue dissolution ability on bovine pulp. *Australian Dental Journal*, 34(1), 39-42.
- Ruddle, C.J. (2001). The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use. *Dentistry Today*, 20(10), 60-67.
- Ruddle, C.J. (2005). The ProTaper technique: shaping the future of endodontics. *Endodontic Topics*, 10(1), 187-190.
- Ruff, M.L., McClanahan, S.B. ve Babel, B.S. (2006). *In vitro* antifungal efficacy of four irrigants as a final rinse. *Journal of Endodontics*, 32(4), 331-333.
- Sassone, L.M., Fidel, R., Fidel, S., Vieira, M. ve Hirata, R. (2003). The influence of organic load on the antimicrobial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine *in vitro*. *International Endodontic Journal*, 36(12), 848-852.
- Sathorn, C., Parashos, P. ve Messer, H.H. (2007). How useful is root canal culturing in predicting treatment outcome? *Journal of Endodontics*, 33(3), 220-225.

- Saunders, W.P. ve Saunders, E. (2003). Root canal instrumentation. Aktaran: Bergenholz, G., Horsted-Bindslev, P. ve Reit, C. *Textbook of Endodontology* Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Scelza, M.F., Daniel, R.L., Santos, E.M. ve Jaeger, M.M. (2001). Cytotoxic effects of 10 % citric acid and EDTA-T used as root canal irrigants: an *in vitro* analysis. *Journal of Endodontics*, 27(12), 741-743.
- Schafer, E. ve Lohmann, D. (2002). 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. *International Endodontic Journal*, 35(6), 514-521.
- Schafer, E. ve Vlassis, M. (2004). 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. *International Endodontic Journal*, 37(4), 239-248.
- Schafer, E. ve Zapke, K. (2000). A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *Journal of Endodontics*, 26(11), 660-664.
- Schafer, E., Tepel, J. ve Hoppe, W. (1995). Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. *Journal of Endodontics*, 21(10), 493-497.
- Sedgley, C., Buck, G. ve Appelbe, O. (2006). Prevalence of *Enterococcus faecalis* at multiple oral sites in endodontic patients using culture and PCR. *Journal of Endodontics*, 32(2), 104-109.
- Sedgley, C.M., Lennan, S.L. ve Appelbe, O.K. (2005). Survival of *Enterococcus faecalis* in root canals ex vivo. *International Endodontic Journal*, 38(10), 735-742.

- Serper, A. ve Çalt, S. (2002). The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *Journal of Endodontics*, 28(7), 501-502.
- Serper, A., Çalt, S., Doğan, A.L., Güç, D., Özçelik, B. ve Kuraner, T. (2001). Comparison of the cytotoxic effects and smear layer removing capacity of oxidative potential water, NaOCl and EDTA. *Journal of Oral Science*, 43(4), 233-238.
- Shabahang, S. ve Torabinejad, M. (2003). Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *Journal of Endodontics*, 29(9), 576-579.
- Shiozawa, A. (2000). Characterization of reactive oxygen species generated from the mixture of NaClO and H₂O₂ used as root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 26(1), 11-15.
- Shuping, G., Ørstavik, D., Sigurdsson, A. ve Trope, M. (2000). Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *Journal of Endodontics*, 26(12), 751-755.
- Singla, M., Aggarwal, V., Logani, A. ve Shah, N. (2010). Comparative evaluation of rotary ProTaper, Profile, and conventional stepback technique on reduction in *Enterococcus faecalis* colony-forming units and vertical root fracture resistance of root canals. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics*, 109(3), 105-110.
- Siqueira, J., Lima, K., Magalhaes, F., Lopes, H. ve de Uzeda, M. (1999). Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *Journal of Endodontics*, 25(5), 332-335.
- Siqueira, J.F. Jr., Roças, I.N., Riche, F.N. ve Provenzano, J.C. (2008). Clinical outcome of the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using an antimicrobial protocol. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 106(5), 757-762.

- Siqueira, J.F. Jr. ve Roças, I.N. (2003a). *Bacteroides forsythus* in primary endodontic infections as detected by nested PCR. *Journal of Endodontics*, 29(6), 390-393.
- Siqueira, J.F. Jr. ve Roças, I.N. (2003b). Positive and negative bacterial associations involving *Dialister pneumosintes* in primary endodontic infections. *Journal of Endodontics*, 29(7), 438-441.
- Siqueira, J.F. Jr. ve Roças, I.N. (2004). Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 97(1), 85-94.
- Siqueira, J.F. Jr., Alves, F.R.F., Almeida, B.M., Oliveira, J.C.M. ve Roças, I.N. (2010). Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or Self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. *Journal of Endodontics*, 36(11), 1860-1865.
- Siqueira, J.F. Jr., Araujo, M.C.P., Garcia, P.F., Fraga, R.C. ve Saboia Dantas, C.J. (1997). Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *Journal of Endodontics*, 23(8), 499-502.
- Siqueira, J.F. Jr., Batista, M.M.D., Fraga, R.C. ve de Uzeda, M. (1998). Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *Journal of Endodontics*, 24(6), 414-416.
- Siqueira, J.F. Jr., Roças, I.N. ve Rosado, A.S. (2004). Investigation of bacterial communities associated with asymptomatic and symptomatic endodontic infections by denaturing gradient gel electrophoresis fingerprinting approach. *Oral Microbiology and Immunology*, 19(6), 363-370.
- Siqueira, J.F. Jr., Roças, I.N. ve Santos, S. (2002b). Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *Journal of Endodontics*, 28(3), 181-184.

- Siqueira, J.F. Jr., Roças, I.N., Cezar, J., Oliveira, M. ve Santos, K.R.N. (2001a). Molecular detection of black-pigmented bacteria in infections of endodontic origin. *Journal of Endodontics*, 27(1), 563-566.
- Siqueira, J.F. Jr., Roças, I.N., de Uzeda, M., ve Colombo, A.P. (2002a). *Actinomyces* species, *Streptococci*, and *Enterococcus faecalis* in primary root canal infections. *Journal of Endodontics*, 28(3), 168-172.
- Siqueira, J.F. Jr., Roças, I.N., Favieri, A., Oliveira, J.C.M. ve Santos, K.R.N. (2001b). Polymerase chain reaction detection of *Treponema denticola* in endodontic infections within root canals. *International Endodontic Journal*, 34(4), 280-284.
- Siqueira, J.F. Jr., Roças, I.N., Souto, R., de Uzeda, M. ve Colombo, A.P. (2000a). Checkerboard DNA-DNA hybridization analysis of endodontic infections. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 89(6), 744-748.
- Siqueira, J.F., Roças, I.N., Favieri, A. ve Lima, K.C. (2000b). Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1 %, 2.5 %, and 5.25 % sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 26(6), 331-334.
- Siren, E.K., Haapasalo, M.P., Ranta, K., Salmi, P. ve Kerosuo, E.N. (1997). Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *International Endodontic Journal*, 30(2), 91-95.
- Sjögren, U., Figdor, D., Persson, S. ve Sundqvist, G. (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 30(5), 297-306.
- Skucaite, N., Peciuliene, V. ve Maciulskiene, V. (2009). Microbial infection and its control in cases of symptomatic apical periodontitis: a review. *Medicina (Kaunas)*, 45(5), 343-350.

- Soares, J.A. ve Pires Junior, D.R. (2006). Influence of sodium hypochlorite-based irrigants on the susceptibility of intracanal microbiota to biomechanical preparation. *Brazilian Dental Journal*, 17(4), 310-316.
- Soares, J.A., Leonardo, M.R., da Silva, L.A., Filho, M.T. ve Ito, I.Y. (2006). Histomicrobiologic aspects of the root canal system and periapical lesions in dogs' teeth after rotary instrumentation and intracanal dressing with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pastes. *Journal of Applied Oral Science*, 14(5), 355-364.
- Sobrinho, A.P., Barros, M.H., Nicoli, J.R., Carvalho, M.A., Farias, L.M., Bambirra, E.A. ve diğerleri. (1998). Experimental root canal infections in conventional and germ-free mice. *Journal of Endodontics*, 24(6), 405-408.
- Solomonov, M., Paque, F., Fan, B., Eilat, Y. ve Berman, L.H. (2012). The challenge of C-shaped canal systems: a comparative study of the Self-adjusting file and ProTaper. *Journal of Endodontics*, 38(2), 209-214.
- Spaun, J. (1962). Problems in standardization of turbidity determinations on bacterial suspensions. *Bulletin of the World Health Organization*, 26(2), 219-225.
- Spratt, D.A., Pratten, J., Wilson, M. ve Gulabivala, K. (2001). An *in vitro* evaluation of the antimicrobial efficacy of irrigants on biofilms of root canal isolates. *International Endodontic Journal*, 34(4), 300-307.
- Stewart, P.S. ve Costerton, J.W. (2001). Antibiotic resistance of bacteria in biofilms. *Lancet*, 358(9276), 135-138.
- Stuart, C.H., Schwartz, S.A., Beeson, T.J. ve Owatz, C.B. (2006). *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *Journal of Endodontics*, 32(2), 93-98.
- Sundqvist, G. (1992). Ecology of the root canal flora. *Journal of Endodontics*, 18(9), 427-430.
- Sundqvist, G., Figdor, D., Persson, S. ve Sjögren, U. (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-

- treatment. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 85(1), 86-93.
- Şen, B.H., Akdeniz, B.G. ve Denizci, A.A. (2000). The effect of ethylenediamine-tetraacetic acid on *Candida albicans*. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 90(5), 651-655.
- Şen, B.H., Pişkin, B. ve Demirci, T. (1995). Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Endodontics and Dental Traumatology*, 11(1), 6-9.
- Şen, B.H., Safavi, K.E. ve Spangberg, L.S.W. (1999). Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals. *Journal of Endodontics*, 25(4), 235-238.
- Tan, B.T. ve Messer, H.H. (2002). The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. *Journal of Endodontics*, 28(9), 658-664.
- Taşman, F., Çehreli, Z.C., Oğan, C. ve Etikan, İ. (2000). Surface tension of root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 26(10), 586-587.
- Thompson, S.A. (2000). An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*, 33(4), 297-300.
- Thompson, S.A. ve Dummer, P.M. (1998). Shaping ability of Quantec rotary nickeltitanium instruments in simulated canals: Part II. *International Endodontic Journal*, 31(4), 268-274.
- Tirali, R.E., Turan, Y., Akal, N. ve Karahan, Z.C. (2009). *In vitro* antimicrobial activity of several concentrations of NaOCl and Octenisept in elimination of endodontic pathogens. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 108(5), 117-120.

- Torabinejad, M., Khademi, A.A., Babagoli, J., Cho, Y., Johnson, W.B., Bozhilov, K. ve diğerleri. (2003). A new solution for the removal of the smear layer. *Journal of Endodontics*, 29(3), 170-175.
- Tucker, D.M., Wenckus, C.S. ve Bentkover, S.K. (1997). Canal wall planning by engine-driven nickeltitanium instruments, compared with stainless-steel hand instrumentation. *Journal of Endodontics*, 23(3), 170-173.
- Türkün, M. ve Cengiz, T. (1997). The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *International Endodontic Journal*, 30(5), 335-342.
- Ulusoy, O.I. ve Görgül, G. (2006). Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ve endodontik mikrobiyoloji. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 16(2), 61-65.
- Usman, N., Baumgartner, J.C. ve Marshall, J.G. (2004). Influence of instrument size on root canal debridement. *Journal of Endodontics*, 30(2), 110-112.
- Valderhaug, J. (1974). A histologic study of experimentally induced periapical inflammation in primary teeth in monkeys. *International Journal of Oral Surgery*, 3(3), 111-123.
- Valera, M.C., Rosa, J.A., Maekawa, L.E., Oliveira, L.D., Carvalho, C.A.T., Koga-Ito, C.Y. ve diğerleri. (2010). Action of propolis and medications against *Escherichia coli* and endotoxin in root canals. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 110(4), 70-74.
- Veltri, M., Mollo, A., Mantovani, L., Pini, P., Balleri, P. ve Grandini, S. (2005). A comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. *International Endodontic Journal*, 38(9), 610-616.

- Versiani, M.A., Pecora, J.D. ve de Sousa-Neto, M.D. (2011). Flat-oval root canal preparation with Self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *Journal of Endodontics*, 37(7), 1002-1007.
- Versümer, J., Hülsmann, M. ve Schafers, F. (2002). A comparative study of root canal preparation using ProFile .04 and Lightspeed rotary Ni-Ti instruments. *International Endodontic Journal*, 35(1), 37-46.
- Vickerman, M.M., Brossard, K.A., Funk, D.B., Jesionowski, A.M. ve Gill, S.R. (2007). Phylogenetic analysis of bacterial and archaeal species in symptomatic and asymptomatic endodontic infections. *Journal of Medical Microbiology*, 56(1), 110-118.
- Vincenzi, V., Plotino, G., Giansiracusa, A., Pietrangeli, E., Sudani, D.A., Grande, N.M. ve diğerleri. (2011). SEM study of canal cleanliness after a new nickel-titanium rotary instrumentation technique. *Annali di Stomatologia*, 2(1-2), 19-22.
- Vinothkumar, T.S., Kavitha, S., Lakshminarayanan, L., Gomathi, N.S. ve Kumar, V. (2007). Influence of irrigating needle-tip designs in removing bacteria inoculated into instrumented root canals measured using single-tube luminometer. *Journal of Endodontics*, 33(6), 746-748.
- Violich, D.R. ve Chandler, N.P. (2010). The smear layer in endodontics - a review. *International Endodontic Journal*, 43(1), 2-15.
- Walsch, H. (2004). The hybrid concept of nickel-titanium rotary instrumentation. *The Dental Clinics of North America*, 48(1), 183-202.
- Waltimo, T., Trope, M., Haapasalo, M. ve Ørstavik, D. (2005). Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *Journal of Endodontics*, 31(12), 863-866.
- Weber, C.D., McClanahan, S.B., Miller, G.A., Diener-West, M. ve Johnson, J.D. (2003). The effect of passive ultrasonic activation of 2 % chlorhexidine or

5.25 % sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *Journal of Endodontics*, 29(9), 562-564.

Weiger, R., de Lucena, J., Decker, H.E. ve Löst, C. (2002). Vitality status of microorganisms in infected human root dentine. *International Endodontic Journal*, 35(2), 166-171.

Weine, F.S. (1996). *Endodontic Therapy*. St. Louis: C.V. Mosby Company.

Williamson, A.E., Sandor, A.J. ve Justman, B.C. (2009). A comparison of three nickel titanium rotary systems, EndoSequence, ProTaper Universal, and Profile GT, for canal-cleaning ability. *Journal of Endodontics*, 35(1), 107-109.

Wu, M.K., van der Sluis, L.W.M. ve Wesselink, P.R. (2003). The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *International Endodontic Journal*, 36(3), 218-224.

Yang, G., Yuan, G., Yun, X., Zhou, X., Liu, B. ve Wu, H. (2011). Effects of two Nickel-Titanium instrument systems, Mtwo versus ProTaper Universal, on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *Journal of Endodontics*, 37(10), 1412-1416.

Yang, G.B., Zhou, X.D., Zheng, Y.L., Zhang, H., Shu, Y. ve Wu, H.K. (2007). Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth. *International Endodontic Journal*, 40(9), 707-714.

Yang, S.E., Cha, J.H., Kim, E.S., Kum, K.Y., Lee, C.Y. ve Jung, I.Y. (2006). Effect of smear layer and chlorhexidine treatment on the adhesion of *Enterococcus faecalis* to bovine dentin. *Journal of Endodontics*, 32(7), 663-667.

Yared, G. (2008). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal*, 41(4), 339-344.

- Yared, G. (2010). Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: a new concept. *Australasian Dental Practice*, 22(3), 178-185.
- Yeşilsoy, C., Whitaker, E., Cleveland, D., Phillips, E. ve Trope, M. (1995). Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 21(10), 513-515.
- Yoshimine, Y., Ono, M. ve Akamine, A. (2005). The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *Journal of Endodontics*, 31(5), 373-375.
- You, S.Y., Kim, H.C., Bae, K.S., Baek, S.H., Kum, K.Y. ve Lee, W. (2011). Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. *Journal of Endodontics*, 37(9), 1296-1300.
- Yun, H.H. ve Kim, S.K. (2003). A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 95(2), 228-233.
- Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389-398.
- Zehnder, M., Kosicki, D., Luder, H., Sener, B. ve Waltimo, T. (2002). Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 94(6), 756-762.
- Zelada, G., Varela, P., Martin, B., Bahillo, J.G., Magan, F. ve Ahn, S. (2002). The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 28(7), 540-542.
- Zmener, O., Pameijer, C.H., Serrano, S.A. ve Hernandez, S.R. (2011). Cleaning efficacy using two engine-driven systems versus manual instrumentation in

curved root canals: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 37(9), 1279-1282.

YAYINLAR

1.Uluslararası hakemli dergilerdeki (SCI ve SCI-expanded) yayınlar

Kalender, A., Orhan, K., Aksoy, U., Basmacı, F., Er, F. ve Alankus, A. (2013). Influence of the quality of endodontic treatment and coronal restorations on the prevalence of apical periodontitis in a Turkish cypriot population. *Medical Principles and Practice*, 22(2), 173-177.

Basmacı, F., Öztan, M.D. ve Kıyan, M. (2013). Ex vivo evaluation of various instrumentation techniques and irrigants in reducing *E. faecalis* within root canals. *International Endodontic Journal*, (Article in press).

2.Uluslararası hakemli dergilerdeki yayınlar

Kalender, A., Aksoy, U., Basmacı, F., Orhan, K. ve Orhan, A.I. (2012). Cone Beam CT analysis of the vestibular surgical pathway to the palatine root of maxillary first molars. *European Journal of Dentistry*, 7(1), 35-40.

3.Ulusal hakemli dergilerdeki makaleler

Can-Karabulut, D.C., Er, F., Orhan, K., Solak, H., Karabulut, B, Aksoy, S., Cengiz, E., Basmacı, F. ve Aksoy, U. (2011). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetindeki Yetişkin Popülasyonda Diş Gelişim Bozukluklarının Yaygınlığı, *Gülhane Tıp Dergisi*, 53(3), 154-161.

Can-Karabulut, D.C., Er, F., Orhan, K., Solak, H., Karabulut, B, Aksoy, S., Cengiz, E., Basmacı, F. ve Aksoy, U. (2011). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'ndeki Yetişkin Popülasyonda Diş Gelişim ve Sürme Bozukluklarının Kentsel Kesimdeki Yaygınlığı. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 4(1), 459-464.

Can-Karabulut, D.C., Er, F., Orhan, K., Solak, H., Karabulut, B, Aksoy, S., Cengiz, E., Basmacı, F. ve Aksoy, U. (2011). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetindeki yetişkin popülasyonda dişlerde görülen gelişimsel şekil ve boyut

anomalilerinin yaygınlığı. *Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 20(1), 40-50.

4.Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

Kalender, A., Aksoy, U., Orhan, K., Basmacı, F. ve Şaklar, F. (2011). Comparision of Three Digital Imaging Receptors and CBCT for Detection of Simulated External Root Resorptions: An Ex-Vivo Study. [Poster]. *15th Biennial Congress of the European Society of Endodontology*, Rome, Italy.

Orhan, K., Kalender, A., Aksoy, U. ve Basmacı, F. (2011). Detection Of Fractured Endodontic Files And Simulated External Root Resorptions With Three Types Of Lcd Monitors Using Three Different Imaging Receptors And Cbct: An Ex-Vivo Study. [Poster]. *15th Biennial Congress of the European Society of Endodontology*, Rome, Italy.

Can-Karabulut, D.C., Solak, H., Orhan, K., Aksoy, S., Basmacı, F., Cengiz, E., Aksoy, U., Er, F., Karabulut, B. (2010). Prevalence of dental development anomalies in a Cypriote adult population in Northern Cyprus. [Poster]. *FDI Annual World Dental Congress*, Salvador Da Bahia. Brazil.

Kalender, A., Aksoy, U., Basmacı, F., Öztan, M.D. ve Şaklar, F. (2010). Indirect composite restoration of the endodontically treated tooth with periapical lesion: A case report. [Poster]. *10th International Congress of the Turkish Endodontic Society*, İstanbul.

Kalender, A., Aksoy, U., Basmacı, F., Orhan, K. ve Şaklar, F. (2010). CBCT Analysis of the vestibular surgical pathway to the palatal root of the maxillary first molars. [Poster]. *10th International Congress of the Turkish Endodontic Society*, İstanbul.

Kalender, A., Aksoy, U., Basmacı, F., Orhan, K. ve Şaklar, F. (2010). Prevalance of endodontically treated teeth and apical paradontitis in an adult Turkish Cypriot population. [Poster]. *10th International Congress of the Turkish Endodontic Society*, İstanbul.



YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
DEĞERLENDİRME ETİK KURULU

Ek: III-2012

YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
DEĞERLENDİRME ETİK KURULU (YDÜBADEK)
ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 26.11.2012
Toplantı No : 2012/13
Proje No : 73
Karar No : 73

Yakin Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Meltem Datar Öztan'ın sorumlu araştırmacısı olduğu, YDÜ/2012/12-73 proje numaralı ve **"Farklı yöntemlerle kemomekanik preparasyon sonrası kanal içi bakteri popülasyonundaki azalmanın in vitro olarak değerlendirilmesi"** başlıklı proje önerisi Kurulumuzca değerlendirilmiş olup, etik olarak uygun bulunmuştur. 26.11.2012

- | | | |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| 1. Prof. Dr. Rüşti Onur | (BAŞKAN) | |
| 2. Prof. Dr. Tümay Sözen | (ÜYE) | KATILMADI |
| 3. Prof. Dr. Nerin Bahçeciler Önder | (ÜYE) | KATILMADI |
| 4. Prof. Dr. Nuran Ulusoy | (ÜYE) | |
| 5. Prof. Dr. Hasan Besim | (ÜYE) | KATILMADI |
| 6. Prof. Dr. Şahan Saygı | (ÜYE) | |
| 7. Yrd. Doç. Dr. Ümrhan Dal | (ÜYE) | |
| 8. Yrd. Doç. Dr. Amber Eker | (ÜYE) | |
| 9. Erden Algun | (SİVİL ÜYE) | |