



**T.C
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİMDALI**

**DÖRT FARKLI KÖK KANALI
İRRİGASYON YÖNTEMİNİN E.FAECALİS İLE
ENFEKTE EDİLEN KÖK KANALLARINDAKİ
ANTİBAKTERİYAL ETKİNLİKLERİNİN İN-VİTRO
KARŞILAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

**DİŞHEKİMİ
TUBA AYHAN**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. FİGEN KAPTAN**

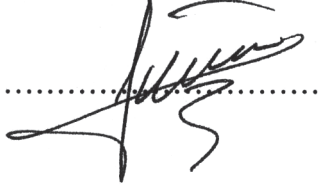
İSTANBUL, 2012

DOKTORA TEZ SAVUNMASI

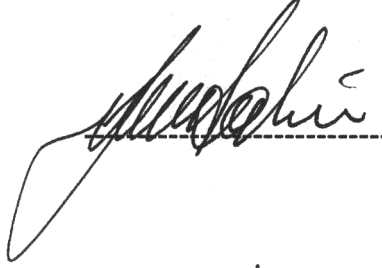
Doktora öğrencisi Dt. Tuba Ayhan'ın çalışması jürimiz tarafından Endodonti Anabilim Dalı doktora tezi olarak uygun görülmüştür.

İMZA

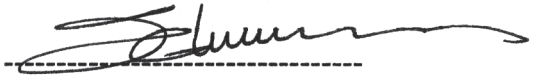
Başkan : Doç. Dr. Figen KAPTAN
Üniversite : Yeditepe Üniversitesi



Üye : Prof. Dr. Fikrettin ŞAHİN
Üniversite : Yeditepe Üniversitesi

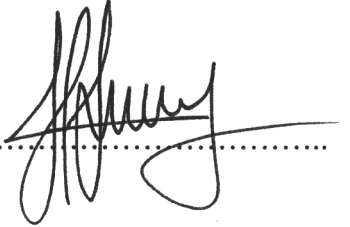


Üye : Prof. Dr. Selmin AŞÇI
Üniversite : İstanbul Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Jale TANALP
Üniversite : Yeditepe Üniversitesi

Doç. Dr. Hakkı Sunay



Üye : Doç. Dr. Baybora KAYAHAN
Üniversite : Yeditepe Üniversitesi

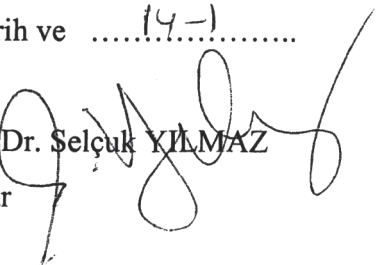


ONAY

Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun
sayılı kararı ile onaylanmıştır.

tarikh ve14-1.....

Prof. Dr. Selçuk YILMAZ
Müdür



ÖZET

Ayhan T. Dört farklı kök kanalı irrigasyon yönteminin *Enterococcus faecalis* ile enfekte edilen kök kanallarındaki antibakteriyal etkinliklerinin *in-vitro* olarak karşılaştırılması.

Kök kanalı tedavisinin amacı kök kanal sisteminin temizlenmesi, orijinal şekline uygun olarak şekillendirilmesi, dezenfekte edilmesi ve kanal dolgu maddeleriyle sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır. Kök kanalı sisteminin karmaşık yapısı ideal temizleme ve şekillendirmenin gerçekleştirilmesini engelleyerek tedavinin başarısını önemli oranda azaltmaktadır. Bu nedenle kök kanallarının enfekte pulpa ve dentin dokusundan temizlenmesi, endodontinin güncel konularından biri olmaya devam etmekte ve konu ile ilgili birçok çalışmalar yapılmaktadır.

Apikal periodontitis; kök kanalını enfekte eden mikroorganizmalardan kaynaklanan periapikal dokuların enflamatuvar hastalığıdır. Bakteriler, mantarlar ve virüsler endodontik enfeksiyonlara kaynak oluşturmakta ve apikal periodontitisin patogeneğinde temel rol oynamaktadırlar. Apikal periodontitisin önlenmesi ve tedavisinde *Enterococcus faecalis* gibi inatçı mikroorganizmaların da bulunduğu kök kanalı florasının tümüyle temizlenmesi büyük önem taşımaktadır. Sadece mekanik temizleme ile kök kanalı sisteminin çok önemli bir kısmında yeterli temizliğin sağlanamadığı ve tüm kök kanalı yüzeyi düşünüldüğünde %35'e varan oranlarda hiç ege ile temas etmemiş dentin duvarları bulunduğu bilinmektedir. Bu bilimsel gerçeklerin ışığı altında kök kanallarının antimikrobiyal irrigasyon solüsyonları ile irrije edilmesinin, özellikle mekanik olarak ulaşılamayan bölgelerin temizliğinde çok büyük bir öneme sahip olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada son yıllarda üretilen dört farklı kök kanalı irrigasyon yönteminin *E. faecalis* ile enfekte edilen kök kanallarındaki antibakteriyal etkinliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

105 adet çekilmiş, tek köklü ve tek kanallı, insan alt-üst kesici, kanin ve küçükazı dişleri kullanılmıştır. Örnekler her biri 20 diş içeren dört deney ve bir pozitif kontrol

grubuna dağıtılmıştır. 5 diş ise SEM görüntülemesinde kullanılmıştır. Gruplar sırası ile şöyle oluşturulmuştur: Grup 1: Hawe irrigation probe yandan delikli iğne, Grup 2: EndoActivator, Grup 3: EndoVac, Grup 4: SAF ve Grup 5: (+) kontrol grubu.

Kök kanalları el aletleri ile şekillendirildikten sonra *E. faecalis* ile enfekte edilerek, ilk örnekler (S₁) alınmış; daha sonra döner alet eğeleri ve irrigasyon sistemleri ile kemomekanik preparasyon tamamlandıktan sonra ikinci örnekler (S₂) alınarak grup içi ve gruplar arasındaki analizler yapılmıştır.

İstatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 15.0 programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir ve parametrelerin normal dağılıma uygun olmadığı saptanmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi ve farklılığa neden olan grubun tespitinde Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U test kullanılmıştır. Parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında ise Wilcoxon işaret testi kullanılmıştır. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, pozitif kontrol grubunda irrigasyon sonrası kök kanallarında oluşan bakteri sayısı, Perfore iğne, EndoVac, EndoActivator ve SAF gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0.005$) ($p = 0,001$). Diğer gruplar arasında irrigasyon sonrasında kanallarda oluşan bakteri sayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

Pozitif kontrol grubunda bakteri sayısında görülen azalma yüzdesi; Perfore iğne, EndoVac, EndoActivator ve SAF gruplarından anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p < 0.005$). Diğer gruplar arasında irrigasyon sonrasında kök kanallarındaki bakteri sayılarında görülen azalma yüzdeleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

Bu çalışmanın sonucuna göre, kullanılan irrigasyon sistemlerinin antibakteriyal etki açısından birbirlerinden üstünlüğü bulunmamaktadır.

Anahtar Kelime: İrrigasyon yöntemleri, Hawe irrigation probe, EndoActivator, EndoVac, SAF, *Enterococcus faecalis*.

SUMMARY

Ayhan T. An *in vitro* comparison of antibacterial effects of four different root canal irrigation method in root canals infected with *Enterococcus faecalis*.

The aim of conventional endodontic treatment is to clean root canal system, shape in accordance with original root canal form, disinfect and fill the root canal with filling materials hermetically. The complex anatomy of the root canal system reduces the treatment outcome in significant rate preventing to clean and shape root canal system optimally. Hence, cleaning root canals from infected pulp and dentin tissue holds to be a current issue of endodontics and numerous studies is being performed concerning this issue.

Apical periodontitis is an inflammatory disease caused by microorganisms infecting the root canal. Endodontic infections arise from bacteria, fungi and viruses. They play a big role in the pathogenesis of apical periodontitis. It has a great importance for root canal flora which includes *Enterococcus faecalis* and persistent microorganisms to be cleaned completely. It is well known only mechanical preparation is insufficient to clean root canal system and there can be untouched dentinal walls by any file up to %35. These scientific facts indicates that irrigation root canals with antimicrobial irrigation solutions takes great importance in especially mechanically untouched areas.

The purpose of the study was to compare the antibacterial effect of four different currently generated root canal irrigation methods in root canals infected with *E. faecalis*.

In the present study, 105 extracted single rooted and canaled human upper and lower incisor, canin and premolars were used. 20 samples were distributed to each four experimental and a positive control group. 5 teeth were used in SEM imaging. Groups were generated respectively in this way: Group 1: Hand irrigation probe side-vented needle, Group 2: EndoActivator, Group 3: EndoVac, Group 4: SAF ve Group 5: (+) control group.

After shaping with hand instruments root canals were infected with *E. faecalis* and first samples (S₁) was taken, then the mechanic preparation was done with rotary instruments and irrigation systems. After then second samples (S₂) were taken. Intra and inter group analyses were performed.

Statistical analyses was performed by SPSS (Statistical package for social sciences) for windows 15.0 program. While study data were being evaluated the convenience of the parameters to normal distribution was evaluated with Kolmogorov-Smirnov test and parameters weren't in compliance with normal distribution. Since study data were evaluated in intergroup comparisons of parameters Kruskal Wallis test was used. Bonferroni correction Mann Whitney U test was performed to determine the group which cause difference. Wilcoxon signed test was used to compare intragroup analyses of parameters. The significance was evaluated at the level of $p < 0.05$.

According to obtained data, the number of bacteria observed in positive control group after irrigation was significantly higher from side-vented needle, EndoVac, EndoActivator and SAF ($p < 0.005$) ($p = 0.001$). There was no significant difference between the number of bacteria after irrigation in other groups.

The decrease percentage of the number of bacteria in positive control group was significantly lower than side-vented needle, EndoVac, EndoActivator and SAF ($p < 0.005$). There was no significant difference between the experimental groups in terms of decrease percentage after irrigation ($p > 0.05$).

According to the result of the study there was no statistically difference observed between irrigation systems used in terms of antibacterial effect.

Keywords: Irrigation methods, Hand irrigation probe, EndoActivator, EndoVac, SAF, *Enterococcus faecalis*.

TEŞEKKÜR

Öğrencisi olma şansına sahip olduğum için büyük mutluluk ve gurur duyduğum, bizlere evlatlarım diye hitap eden çok değerli hocam *Prof. Dr. Gündüz Bayırlı*'ya,

Tez çalışmamda beni destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen, sakin ve sabırlı çalışma prensibini örnek aldığım tez danışmanım sevgili hocam *Doç. Dr. Rabia Figen Kaptan*'a,

Kendi öğrencilerinden beni ayırmayan, deney sürecinde yaşadığım zorlukları aşmamda bana yardımcı olan ve beni motive eden değerli hocam *Prof. Dr. Fikrettin Şahin*'e.

Mesleki tecrübesinin yanı sıra sosyal ve entellektüel kişiliği ile de bizlere örnek teşkil eden sevgili hocam *Doç. Dr. Jale Tanalp*'e,

Doktora yaptığım süreç içinde tüm sorularıma cevap bulduğum, mesleğinde onun gibi engin bilgi ve yeteneğe sahip olmaya imrendiğim sevgili hocam *Doç. Dr. Mehmet Baybora Kayahan*'a,

Bilgisini ve tecrübesini paylaşmaktan mutluluk duyan, gerek öğrencilerin ve gerekse doktora öğrencilerinin fikirlerine kendi seviyesinde bir meslaktaşımıışçasına saygı gösteren sevgili hocam *Doç. Dr. Hakkı Sunay*'a,

Yenilikleri hep yakından takip eden ve bizleri de bu konuda motive eden, mesleğimizi titizlikle ve üstün dikkatle yapmamızı bize aşıl原因an sevgili hocam *Doç. Dr. Meriç Karapınar Kazandağ*'a,

Kendimi eksik hissettiğim konularda akıl danıştığım ve benimle bilgilerini paylaşmaktan çekinmeyen *Yard. Doç. Dr. Zeynep Kayahan, Dr. Elif Delve Başer*'e ve *Dr. Esra Pamukçu Güven*'e,

Endodonti'ye ilk adıma vesile olan, beni doktora yapmam konusunda teşvik eden, çok şeyler paylaştığım iyi yürekli canım arkadaşım *Dr. Kamer Milkar'a*,

Herkesçe dürüstlük ve beyefendilikleri ile tanınan, beraber nice anı paylaştığım dostlarım *Dr.Melih Bayrakçı ve Yard. Doç.Dr. Mert Gökay Eroğlu'na*,

Bölüm arkadaşlarım *Toygan Bora, Tolga Sandıkçı, İlkan Çelik, Tufan Güngör, Emre Övsay, Suzan Margunato, Aslıhan Tüysüz, Simay Aydemir ve Müge Kıyık'a*

Laboratuar aşamasında bildiği her şeyi benimle paylaşan ve deneyimi tamamlamamda çok büyük payı olan arkadaşlarım *mikrobiolog Sadık Kalaycı ve doktora öğrencisi Sinem Taşçı'ya*,

SEM görüntülemesinde bana yardımcı olan *kimyager Zehra Yılmaz'a*

Doktora kliniğindeki çalışma arkadaşlarım *Çağla Benli, Ayşegül Barlas, Ayşegül Danyal, Tuğba Bakırcı, Arzu Karataş ve Fadime Oktay'a*, Endodonti uzman kliniği hemşireleri *Nilüfer Tik ve Sibel Güngör'e*, radyoloji teknisyenleri *Yakup Danyal ve Gökçe Alifaklar'a*,

Sert doku laboratuvarı sorumlusu *İsmehan Ardıç'a*, Kütüphane görevlimiz *Arife Çelik'e*, *Güvenlik baş sorumlusu Ali Tahtalı ve ekibine*, ortodonti kliniği hemşireleri *Mukaddes Ak, Özgen Anguner ve Meral Özerli'ye*,

Beni yetiştiren ve bugünlere getiren; hayatta sevgi,saygı ve merhametin her şeyin üstünde olduğunu öğreten canım annem *Kadriye Ayhan* ve babam *Hasan Ayhan'a*,

Bu yaşıma dek en çok sevdiğim ve bundan sonra da en çok seveceğim insan, üzerimde en büyük emek sahibi olan canım abim *Uğur Ayhan'a* sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum...

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	I
ONAY SAYFASI	II
ÖZET	III
SUMMARY	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER	X
KISALTMALAR ve SİMGELER	XIII
RESİM LİSTESİ	XVI
ŞEKİL LİSTESİ	XVIII
TABLO LİSTESİ	XIX
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Mikroorganizmaların apikal periodontitisin gelişmesindeki rolü	3
2.1.1 Primer endodontik enfeksiyon	4
2.1.2 Sekonder endodontik enfeksiyon	4
2.1.3 <i>Enterococcus faecalis</i>	6
2.2 Kök kanallarının irrigasyonu	8
2.3 İdeal irrigasyon solüsyonunun özellikleri	8
2.4 Kök kanallarının irrigasyonunda kullanılan solüsyonlar	8
2.4.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl)	9
2.4.1.1. NaOCl'in klinikte kullanılan konsantrasyonları	10
2.4.1.2 NaOCl'in smear tabakasına etkisi	10
2.4.1.3 NaOCl'in antibakteriyal etkisi	11
2.4.1.4 NaOCl'in organik doku çözücü etkisi	11
2.4.2 Klorheksidin (CHX)	12
2.4.3 Etilendiamin tetra asidik asit (EDTA)	14
2.5 İrrigasyon solüsyonlarının birbirleriyle etkileşimleri	14

2.6 Kök kanalı irrigasyon yöntemleri	14
2.6.1 Elle yapılan irrigasyon	15
2.6.1.1 İrrigasyon iğneleri	15
2.6.1.1.1 Monoject yandan delikli iğne	16
2.6.1.1.2 ProRinse yandan delikli iğne	16
2.6.1.1.3 Max-i-Probe yandan delikli iğne	17
2.6.1.1.4 Hawe irrigation probe	17
2.6.1.2 Fırçalar	18
2.6.1.2.1 NaviTip FX	18
2.6.1.2.2 Endobrush	19
2.6.1.3. Elle yapılan dinamik irrigasyon	19
2.6.2 Mekanik olarak aletlerle yapılan irrigasyon	20
2.6.2.1. Döner başlıklarla beraber kullanılan fırçalar	20
2.6.2.1.1. Ruddle Brush	20
2.6.2.1.2 Canal Brush	20
2.6.2.2. Şekillendirmeye beraber sürekli irrigasyon yapan sistemler	21
2.6.2.2.1 Quantec-E	21
2.6.2.2.2 Self Adjusting File sistemi (SAF)	21
2.6.2.3 Sonik aletler	24
2.6.2.3.1 Rispisonic File	24
2.6.2.3.2 EndoActivator	24
2.6.2.4 Ultrasonik aletler	28
2.6.2.4.1. Ultrasonik irrigasyon	29
2.6.2.4.2 Pasif ultrasonik irrigasyon	29
2.6.2.4.2.1 Kesikli pasif ultrasonik irrigasyon	30
2.6.2.4.2.2 Devamlı pasif ultrasonik irrigasyon	30
2.6.2.5 Basınç değişim aletleri	31
2.6.2.5.1 EndoVac	31
2.6.2.5.1.1. Ana taşıyıcı uç	31
2.6.2.5.1.2. Makro kanül	31
2.6.2.5.1.3 Mikro kanül	32
2.6.2.5.2 Rins Endo	35

2.7 Çalışmada kullanılan inceleme yöntemi	35
3. GEREÇ VE YÖNTEM	37
3.1 Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması	37
3.2 Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	40
3.3 Kök Kanallarının Enfekte Edilmesi	41
3.4 SEM (Scanning Elektron Mikroskobu) Protokolü	43
3.5 İrrigasyon işlemleri öncesinde kök kanallarından örnek alınması (S ₁)	45
3.6 İrrigasyon protokolü	47
3.6.1 Hawe irrigation probe yandan delikli iğne grubu	48
3.6.2 EndoActivator grubu	50
3.6.3 SAF grubu	52
3.6.4. EndoVac grubu	54
3.6.5. Pozitif kontrol grubu	56
3.7 İrrigasyon işlemleri sonrasında kök kanallarından örnek alınması (S ₂)	57
3.8 İstatistiksel değerlendirme	58
4. BULGULAR	60
5. TARTIŞMA	67
6. SONUÇLAR	77
7. KAYNAKLAR	78
8. ÖZGEÇMİŞ	102

KISALTMALAR ve SİMGELER

°C :	Santigrat Derece
µlt:	Mikrolitre
ATCC:	American Type Culture Collection
ANP:	Apikal negatif basınç
Ca(OH) ₂ :	Kalsiyum hidroksit
cfu:	Colony forming units
CHX:	Klorheksidin
CLSM:	Konfokal lazer scanning mikroskobu
cpm:	Cycles per minute
dk:	Dakika
<i>D.invisus</i> :	<i>Dialister invisus</i>
<i>D.pneumosintes</i> :	<i>Dialister pneumosintes</i>
<i>E. casseliflavus</i> :	<i>Enterococcus casseliflavus</i>
EDTA:	Etilendiamintetraasidik asit
<i>E. faecalis</i> :	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>E. gallinarum</i> :	<i>Enterococcus gallinarum</i>
<i>E. mundtii</i> :	<i>Enterococcus mundtii</i>
<i>F. alocis</i> :	<i>Fusobacterium alocis</i>
Gr:	Gram
H ₂ O:	Su
H ⁺ :	Hidrojen iyonu
HOCl ⁻ :	Hipokloröz asit
Hz:	Hertz
IQR:	Interquartile range

kHz:	Kilo Hertz
ml:	mililitre
mm:	milimetre
MDA:	manuel dinamik aktivasyon
MTAD:	mixture of tetrasiklin isomer, acid and detergent
Na⁺:	sodyum iyonu
NaOH:	sodyum hidroksit
NaOCl:	sodyum hipoklorit
Ni-ti:	Nikel titanyum
OCl⁻ :	hipoklorit iyonu
OH⁻ :	hidroksil iyonu
ort. :	ortalama
p :	probability
p.alactolyticus :	pseudoramibacter alactolyticus
pH :	power of hydrogen
PUI:	Pasif ultrasonik irrigasyon
rpm :	revolutions per minute
SAF:	Self adjusting file
S₁:	Kök kanallarından alınan birinci örnek
S₂:	Kök kanallarından alınan ikinci örnek
SEM:	Scanning elektron mikroskobu
sn:	saniye
SPSS:	Statistical Package for Social Sciences
SS:	Standart sapma

TSA: **Triptik soy agar**

TSB: **Triptik soy brot**

-

RESİM LİSTESİ

- Resim 1:** Örnek dişleri mezyo-distal yönde gösteren radyografi
- Resim 2:** Örnek dişleri bukkal-lingual yönden gösteren radyografi
- Resim 3:** Radyografide tek kanallı olmadığı belirlenen örnek dişlerden biri
- Resim 4:** Kök uzunluğu 17 mm olarak işaretlenmiş örnek dişler
- Resim 5:** Örnek dişleri 17 mm uzunlukta kesmede kullanılan hassas testere
- Resim 6:** Örnek dişlerin kök uçlarını kapamada kullanılan kompozit materyali ve kompozit tabancası
- Resim 7:** Kök uçlarının kompozit materyali ile kapatılması
- Resim 8:** Soğuk akriliğe gömülü örnek dişler
- Resim 9:** Kök kanallarının şekillendirilmesinde kullanılan kanal aletleri
- Resim 10:** *E. faecalis* 29212 suşu
- Resim 11:** Toz halinde TSA
- Resim 12:** TSA içerisinde 37°C'de 24 saat inkübe edilen *E. faecalis*
- Resim 13:** Toz halinde TSB
- Resim 14:** TSB'ye aktırmak üzere TSA'dan *E. faecalis* kolonilerinin alınması
- Resim 15:** TSA'dan *E. faecalis* aktarılan TSB'nin vortex cihazı ile çalkalanması
- Resim 16:** *E. faecalis* kültürünün bulanıklığının Mc Farland standartına göre belirlenmesi
- Resim 17:** Bakteriyal süspansiyonun steril mikropipetle kök kanalına verilmesi ,
- Resim 18:** 20 numaralı K-File ile bakteriyal süspansiyonun kanal içinde yayılmasının sağlanması
- Resim 19:** Çalışmada kullanılan SEM cihazı
- Resim 20:** SEM görüntülemesi öncesinde dişlerin kaplandığı altın kaplama cihazı
- Resim 21:** SEM cihazına yerleştirilen altın tozu ile kaplı dişler
- Resim 22:** Kök kanallarında kolonize olan *E. faecalis* 'in SEM görüntüleri (X5000)
- Resim 23:** Kök kanallarında kolonize olan *E. faecalis*'in SEM görüntüleri (X15000)
- Resim 24:** Kök kanallarından paper pointler aracılığıyla örnek alınması
- Resim 25:** İçlerinde kök kanallarından örnek almada kullanılan paper pointlerin bulunduğu ependorf tüpleri
- Resim 26:** Ependorf tüplerinin vortex cihazı ile çalkalanması

- Resim 27:** Dilüe edilen bakteriyal süspansiyonun TSA'ya ekilmesi
- Resim 28:** TSA'ya ekilen bakteriyal süspansiyonun drigalski spatülü ile yayılması
- Resim 29:** TSA'ya ekimden 48 saat sonra çoğalan *E. faecalis* kolonileri
- Resim 30:** Kontamine olan ve çalışmadan çıkarılan petri kutularından bir tanesi
- Resim 31:** %5'lik NaOCl
- Resim 32:** %17'lik EDTA
- Resim 33:** X-Smart endodontik motor
- Resim 34:** Protaper döner alet eğeleri
- Resim 35:** Have irrigation probe yandan delikli iğne
- Resim 36:** Have irrigation probe yandan delikli iğne ile irrigasyon
- Resim 37:** EndoActivator ve ucu
- Resim 38:** EndoActivator'ün kullanılışı
- Resim 39:** SAF sisteminin bölümleri: (a) RDT₃ (b) SAF (c) Vatea
- Resim 40:** SAF'ın kullanılışı
- Resim 41:** Ana taşıyıcı uç ve kullanımı
- Resim 42:** Makro kanül ve kullanımı
- Resim 43:** Mikro kanül ve kullanımı
- Resim 44:** %10'luk sodyum tiyosulfat
- Resim 45:** Kanal duvarlarındaki *E. faecalis*'in kök kanal boşluğuna dökülmesi için 35 numaralı H-File kullanılması
- Resim 46:** S₂'de bakteriyal üreme görülmeyen bir petri kutusu

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. S₁'deki ortalama bakteri sayıları

Şekil 2. S₂'deki ortalama bakteri sayıları

Şekil 3. S₁'e göre S₂'deki azalma yüzdeleri

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Hawe irrigation probe yandan delikli iğne grubunda yapılan irrigasyonun süresi ve kullanılan solüsyonların hacmi

Tablo 2: EndoActivator. grubunda yapılan irrigasyonun süresi ve kullanılan solüsyonların hacmi

Tablo 3: SAF grubunda yapılan irrigasyonun süresi ve kullanılan solüsyonların hacmi

Tablo 4: EndoVac grubunda yapılan irrigasyonun süresi ve kullanılan solüsyonların hacmi

Tablo 5: Pozitif kontrol grubunda yapılan irrigasyonun süresi ve kullanılan solüsyonların hacmi

Tablo 6: Deney ve kontrol gruplarında yer alan örnek dişlerin çalışma uzunluklarının ortalama ve standart sapma değerleri

Tablo 7: Grupların kök kanallarına *E. faecalis* ekilmesinden sonra (S₁) ve kök kanallarının irrigasyonundan sonra kök kanallarından elde edilen örneklerde bulunan (S₂) *E. faecalis* sayısının değerlendirilmesi ($\times 10^2$)

Tablo 8: Deney ve kontrol gruplarındaki örneklerden elde edilen *E. faecalis* değerlerinin Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U testi ile ikili karşılaştırılması

Tablo 9: Grupların kök kanallarına *E. faecalis* ekilmesinden sonra kanallarda bulunan bakteri sayısına (S₁) göre irrigasyon sonrası kanallarda bulunan bakteri sayılarında (S₂) görülen azalma yüzdesinin değerlendirilmesi ($\times 10^2$)

Tablo 10: Deney ve kontrol gruplarındaki örneklerden elde edilen *E. faecalis* değerlerinin Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U test ile gruplarda azalma yüzdesinin ikili karşılaştırma sonuçları

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Apikal periodontitis; kök kanal sistemindeki mikrobiyal enfeksiyonun apikal foramen dışına yayılmasını engellemek için vücudun oluşturduğu bir savunma mekanizmasıdır (1,2). Kök kanalında kalan bakteriler ve ürünleri periradiküler hastalıkların başlamasında ve ilerlemesinde temel rol oynamaktadır (3,4). Apikal periodontitis mikroorganizmaların kök kanalında kolonize olmaları ile oluşmakta ve ilerlemektedir. Endodontik tedavinin başarılı olabilmesi için mikroorganizmaların sayısının belirli bir seviyeye indirilebilmesi gerekmektedir (1).

Enfekte kök kanallarının kemomekanik preparasyonunda hedeflenen; kök kanalındaki mikroorganizmaları, toksinlerini, vital ve nekrotik pulpa dokusunu bütünüyle kök kanalı sisteminden uzaklaştırmak, periradiküler dokuların iyileşmesi için uygun seviyelere düşürmek ve reenfeksiyonu önlemektir (4). Kök kanalı içindeki bu yapıların uzaklaştırılması için kemomekanik preparasyondan yararlanılsa da kök kanalını bütünüyle şekillendirmek ve temizlemek kök kanal anatomisinin karmaşık yapısından dolayı imkansızdır (5,6,7,8,9). Kök kanalı mikroorganizmaların kolonizasyonunu ve hastalık oluşturmalarını kolaylaştıran birçok dallanma ve yapısal düzensizlik içermektedir (7). Mikroorganizmalar sadece yapısal dallanmalarda değil aynı zamanda dentin kanallarında da bulunmaktadır (10). Mekanik şekillendirme ve yıkama, bakterilerin sayılarını azaltmakla beraber kök kanalında ve dentin kanallarında bulunan mikroorganizmaların tamamen yok edilmesini sağlayamamaktadır (11,12).

Karmaşık kök kanalı sisteminin şekillendirilmesinde döner aletler kullanıldığında, döner alet eğeleri kök kanalının sadece merkezinde etkili olmakta, kök kanalı düzensizliklerinin şekillendirilmesinde etkili olamamaktadır (13,14,15,16). Bu alanlar doku artıkları ve mikroorganizmalar ile dolu olup dolgu maddelerinin kök kanalı duvarları ile olan adaptasyonunu engelleyen bir barınak görevi görebilmektedir (7,17,18). Karmaşık kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu ve temizlenmesinin güçlüğü, kök kanalı irrigasyonunu kanal içeriğinin uzaklaştırılmasında çok önemli bir unsur haline getirmiştir. Irrigasyon ile; yıkama solüsyonlarının kök kanal sisteminin apikal

bölgelerindeki gevşek dentini kanal dışına çıkarmaları, organik dokuları çözmeleri, mikroorganizmaları öldürmeleri, mikroorganizmaların yan ürünlerini ve smear tabakasını uzaklaştırmaları hedeflenmektedir (19,20). Bu hedeflere ulaşabilmek için günümüze kadar pek çok yıkama solüsyonu, protokolü ve yöntemi kullanılmış; kök kanalının en üst düzeyde dezenfeksiyonu gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Ancak bunu tümüyle başarabilen bir sistem ve solüsyon halen bulunmamaktadır (21,22,23,24,25,26).

Bu araştırmada farklı irrigasyon yöntemlerinin *E. faecalis* ile enfekte edilen dişler üzerindeki antimikrobiyal etkinliklerinin in-vitro olarak karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

2.GENEL BİLGİLER

Kök kanalı tedavisi ile kök kanal sisteminin temizlenmesi, orijinal şekline uygun olarak şekillendirilmesi, dezenfekte edilmesi ve kanalı dolgu maddeleriyle sızdırmaz bir şekilde doldurulması amaçlanmaktadır (27). Kök kanalı sisteminin karmaşık yapısı, vital ya da nekroze pulpa dokusunu uzaklaştırmada karşılaşılan güçlükler ve özellikle inatçı enfeksiyonlara neden olan mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesinde yaşanan problemler bu hedeflere ulaşılmasını zorlaştırmaktadır. İdeal temizleme ve şekillendirmenin gerçekleştirilememesi tedavinin başarısını önemli oranda azaltmaktadır. Bu nedenle kök kanalının enfekte pulpa ve dentin dokusundan temizlenmesi işlemleri, endodontinin güncel konularından biri olmaya devam etmekte ve konu ile ilgili birçok çalışma yapılmaktadır.

2.1 Mikroorganizmaların apikal periodontitisin gelişmesindeki rolü

Apikal periodontitis; kök kanalını enfekte eden mikroorganizmalardan kaynaklanan periapikal dokuların enflamatuvar hastalığıdır (1). Bakteriler, mantarlar ve virüsler endodontik enfeksiyonlara kaynak oluşturmakta ve apikal periodontitisin patogenezinde temel rol oynamaktadırlar (28,29,30,31,32). Endodontik enfeksiyonlar sıklıkla oral mikroflorada mevcut olan bakterilerin; pulpa nekrozu ve endodontik işlemler gibi predispozan faktörlerin devreye girmesiyle oluşturdukları endojen enfeksiyonlardır. Enfeksiyonun ilerleyen safhalarında kanal duvarlarında çoğunlukla biofilm tabakası oluşmaktadır (33,34,35). Biofilm, bakterilerin bir yüzeyde polisakkarit içerikli ekstraseluler matriks içinde gömülü biçimde yapışmaları olarak tanımlanmaktadır. Sıvı ortamdaki bakterilerle karşılaştırıldıklarında biofilm bakterileri antimikrobiyal ajanların çok geniş bir kısmına yüksek derecede dirençlidir. Antimikrobiyallere olan bu direncin nedeni bakteri metabolizmalarındaki değişimler ve “sessile” yaşamın neden olduğu gen ekspresyonlarıdır (36). Fenotipik değişimlere ilave olarak biofilm; antibiyotiklerin taşınmasını ve bağlanmasını engellemekte, direkt teması engelleyerek bakterileri antimikrobiyallerin öldürücü seviyelerinden korumaktadır (37). Biofilm içinde metabolik olarak inaktif ve sıradan antibiyotiklere cevap vermeyen dirençli hücreler bulunmaktadır (38). Düşük antimikrobiyal duyarlılık biofilmle ilişkili kök kanal enfeksiyonlarının tedavisini güçleştirmektedir (39,40). Endodontik enfeksiyonların

ilerleyen safhalarında genellikle biofilm tabakasının oluşması, apikal periodontitisin bakteriyel biofilm kaynaklı enfeksiyöz hastalıklar sınıfına dahil edilmesine neden olmaktadır (41).

2.1.1 Primer endodontik enfeksiyon

Primer endodontik enfeksiyon, nekrotik pulpa dokusunda kolonize olan mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyonları ifade eder. “Başlangıç” ya da “wild” enfeksiyon olarak da adlandırılmaktadır. Primer enfeksiyonda yer alan mikroorganizmalar çoğunlukla bir çürüğü takiben pulpaya girerler, enflamasyon ve pulpa nekrozunun gelişmesine neden olurlar. Pulpa nekroz olduktan sonra uygun çevre koşulları bulduklarında da çoğalabilirler. Primer enfeksiyonlar akut ya da kronik duruma dönüşebilen primer apikal periodontitisin sebebidir (41).

2.1.2 Sekonder endodontik enfeksiyon

Sekonder endodontik enfeksiyon “primer enfeksiyonda yer almayan mikroorganizmaların oluşturduğu, kök kanalı tedavisini takiben gelişen enfeksiyon” olarak tanımlanır. Sekonder enfeksiyonu oluşturan mikroorganizmalar, kök kanalına endodontik müdahale sonrasında yerleşirler. İnatçı enfeksiyonlar ise primer ya da sekonder enfeksiyon bakterilerince oluşturulur. Bu bakteriler kemomekanik preparasyon ve kök kanalının doldurulmasından sonra da kök kanalında yaşayabilmektedir (41). Ağız florasında yer almayan bakteriler de sekonder enfeksiyona neden olabilmektedir (42,43,44).

Kök kanalının doldurulması sırasında kanalda bakterilerin mevcut olması ve kök kanal tedavisi tamamlanmış inatçı apikal periodontitise sahip dişlerin intraradiküler enfeksiyon barınağı gibi görev yapması; endodontik tedavinin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olabilen faktörler arasında yer almaktadır (3,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54).

Kök kanalının doldurulması aşamasında kök kanalında bulunan mikroorganizmalar “kısa dönem yaşayabilen mikroorganizmalar” olarak ifade edilirler ve endodontik

tedavinin başarısızlığına neden olabilmektedirler. Apikal periodontitisli endodontik tedavi yapılan dişlerde yer alan mikroorganizmalar “uzun dönem yaşayabilen mikroorganizmalar” olarak adlandırılır ve “tedavi sonrası hastalık”ın sebebi olarak gösterilirler (41).

Kemomekanik preparasyon ve kanal içi medikasyona rağmen bazı kök kanallarından bir türden beş türe kadar farklılık gösterebilen ve 10^2 ile 10^5 sayıda bakteri elde edilebilmektedir. Kök kanalındaki tüm bakterileri yok etmek mümkün değilse de en azından mevcut bakteri türlerini ve sayısını en aza indirmek hedeflenmektedir (46,55,56,57,58,59).

Gr (-) bakteriler primer enfeksiyonlarda en sık görülen bakteriler olmalarına karşın, kemomekanik preparasyon ya da kanal içi medikasyon sonrasında kök kanalından elde edilen bakteriyolojik örneklerde yer almazlar. Sekonder enfeksiyonlarda daha çok Gr (+) bakteriler (*Streptococcus*, *Actinomyces*, *Lactobasillus*, *Propionibacterium türleri* ve *E. faecalis*) elde edilmektedir. Kemomekanik şekillendirme ve kanal içi medikasyon sonrası alınan bakteriyolojik örneklerde henüz kültür edilemeyen filotiplere de rastlanmaktadır. Bu filotipler örneklerin %40’ını oluşturmaktadır (46,55,57,58,59,60,61,62,63,64).

Kök kanalı tedavisi eksiksiz yapılan dişlerin kök kanallarından tedavi sonrasında 1 ile 5 tür arasında mikroorganizma elde edilebilirken, kök kanalı tedavisi eksik yapılan dişlerden ise primer enfeksiyonda olduğu gibi 30 türe yakın bakteri elde edilebilmektedir (50,51,52,65). Bakteri yoğunluğu göz önünde bulundurularak tedavi sonrası hastalığa sahip dişlerin kök kanallarından 10^3 ile 10^7 arasında değişen sayılarda bakteri elde edilebildiği bildirilmektedir (61,66,67).

Kök kanal tedavisi tamamlanmış apikal periodontitis’li dişler; *Streptococcus* türlerini ve anaerobik türleri (*P. alactolyticus*, *propionibacterium propionicum*, *F. alocis*, *D. pneumosintes*, ve *D. invisus*) barındırmaktadır. Henüz kültüre edilemeyen bazı filotipler de kök kanalı tedavisi tamamlanmış apikal periodontitisli dişlerden elde edilebilmekte ve bunlar mikroorganizmaların %55’ini oluşturmaktadır. Bu durum

kültüre edilemeyen türlerin kanal tedavisinin başarısızlıkla sonuçlanmasındaki önemini göstermektedir (50,51,65,68,69).

2.1.3 *E.faecalis*

Enterokoklar gram (+) koklardır, tek başlarına ya da diğer mikroorganizmalarla birlikte çoklu ya da kısa zincirler şeklinde yaşayabilmektedirler. Fakültatif anaeroblardır; oksijen varlığında ya da yokluğunda yaşayabilmektedirler (70). İnsan barsak lumeninde yüksek sayılarda (10^5 - 10^8) ve organizmaya hiç zarar vermeksizin bulunabilmektedirler. Daha az sayıda olmakla birlikte oral kavitede de bulunmaktadır (71). Yüksek pH (pH=9.6) gibi ortam şartlarına dayanıklıdır. Safra tuzları, deterjanlar, ağır metaller, etanol ve kuruluğa da dirençlidirler. Yaşamaları için ideal sıcaklık 10°C - 45°C olup 60°C 'de 30 dakika boyunca canlı kalabilmektedirler. Bilinen 23 adet Enterokok türü vardır; mannitol, sorbose ve arjinin ile etkileşimlerine göre bu türler üç grup altında toplanabilir.

E. faecium, *E. casseliflavus*, *E. mundtii* ve *E. gallinarum* gibi türler *E. faecalis* ile aynı gruptandır. Mannitollü besi yerinde asit üretilip arjinini hidrolize edebilirken, sorbose içerikli besi yerinde asit üretememektedirler (72).

1970'lerde Enterokokların bakteriyemi, endokardit, bakteriyel menenjit ve idrar yolu enfeksiyonları gibi hastalıklara neden olabilen hastahane kökenli patojenler oldukları anlaşılmıştır (73). Bu patojenler; hastahane çalışanlarının ellediği noktalardan, hastahane kullanılan her türlü araç-gereçten ve hastalardan yayılmaktadır. Yapılan çalışmalar, hastahane enfeksiyonlarının hastaların hastahaneye yatmadan önceki floraları ile ilgili olmadığını göstermiştir (71,74).

Amerika Birleşik Devletleri'nde hastahane enfeksiyonlarının yaklaşık %12'sine enterokoklar sebep olurken, hastalık oluşturan enterokokların %80'ini *E. faecalis* ve *E. faecium* oluşturmaktadır (75). Kanal tedavisine başlanmış, birkaç seanstır kanal tedavisi süren ya da yeniden kanal tedavisi uygulanmakta olan hastaların tükürüklerinden elde edilen örneklerde, kanal tedavisi uygulanmamış örneklere göre *E. faecalis* miktarının daha fazla olduğu görülmüştür (76).

E. faecalis kök kanalı tedavisi tamamlanmış dişlerden, %90'a varabilen oranlarda elde edilmektedir (49,50,51,52,67,68,70,77). Tedavisi tamamlanmış dişlerde *E. faecalis* görülme oranı, primer enfeksiyonlarda *E. faecalis* görülme oranına göre dokuz kat fazladır (70). *E. faecalis*'in çoğunlukla kanal tedavisi çok seansta yapılan ya da drenaj için açık bırakılan dişlerden elde ediliyor olması bu türün ikincil istilacı bir bakteri türü olduğunu ve kök kanalı içinde kolonize olarak tedaviye direnç gösterdiğini ortaya koymaktadır. *E. faecalis* inatçı enfeksiyona dönüşebilecek sekonder enfeksiyonlara neden olabilmektedir (43) .

Apikal periodontitisin önlenmesi ve tedavisinde *E. faecalis* gibi inatçı mikroorganizmaların da bulunduğu kök kanalı florasının tümüyle uzaklaştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle kök kanalı sisteminin etkili bir şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Temizleme ve şekillendirme işlemlerini güçleştiren ve kısıtlayan bazı anatomik faktörler (karmaşık kök kanalı sistemi, kök ucu anatomisi, kök kanalı eğrilikleri v.b) arzu edilen kök kanalı temizliğine ulaşılmasını engellemektedir. Kök kanallarının şekillendirilmesi işlemleri de bu temizliğe katkı sağlamayı hedefler. Ancak kök kanallarının mekanik temizliği bu amaca ulaşmada yetersiz kalmakta mikroorganizmaların sayısı azalmakla birlikte (10^8 den 10^2 ye) tümüyle uzaklaştırma mümkün olmamaktadır (11).

Sadece mekanik temizleme ile kök kanalı sisteminin çok önemli bir bölümünde dentin duvarlarına hiç kanal aleti değmediği ve tüm kök kanalı yüzeyi düşünüldüğünde %35'e varan oranlarda hiç ege ile temas etmemiş alanlar bulunduğu bilinmektedir (78).

Bu bilimsel gerçeklerin ışığı altında kök kanallarının antimikrobiyal irrigasyon solüsyonları ile irrigate edilmesi, endodontik tedavinin başarısında çok büyük öneme sahiptir ve özellikle mekanik olarak ulaşılamayan bölgelerin temizliğinde sadece irrigasyon solüsyonlarından yararlanılmaktadır.

2.2 Kök kanallarının irrigasyonu

Kök kanalını irrije etmede kullanılan maddelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri düşünüldüğünde, irrigasyonun yararları şöyle sıralanabilir:

1. Kök kanalı içindeki debrisin uzaklaştırılması
2. Organik doku artıklarının çözünmesi
3. Smear tabakasının uzaklaştırılması
4. Antimikrobiyal etki sağlanması
5. Kök kanalının şekilendirilmesi sırasında ulaşılamayan alanların temizlenmesi (79)

2.3 İdeal irrigasyon solüsyonunun özellikleri

1. Kök kanalından debrisi uzaklaştırmalıdır.
2. Şekillendirme sırasında eğelerin kanal duvarına sürtünmesini engellemelidir.
3. Organik ve inorganik dokuları çözebilmelidir.
4. Bakterileri, mantarları ve biofilm de dahil diğer tüm mikroorganizma yapılarını öldürebilmelidir.
5. Periapikal dokulara zarar vermemelidir.
6. Kostik ya da sitotoksik etkilere sahip olmamalıdır.
7. Dişin yapısına zarar vermemelidir.
8. Dişin rengini değiştirmemelidir.
9. Maliyeti düşük olmalıdır.
10. Raf ömrü uzun olmalıdır (80,81).

2.4 Kök kanallarının irrigasyonunda kullanılan solüsyonlar

Günümüze kadar endodonti pratiğinde pek çok irrigasyon solüsyonu kullanılmıştır. Sodyum hipoklorit (NaOCl), Etilen Diamin Tetra Asidik Asit (EDTA), Sitrik Asit, Klorheksidin (CHX), Cetreksidin, MTAD, Hidrojen Peroksit ve Serum fizyolojik bu solüsyonlar içinde yer almaktadır (80,82). İrrigasyon solüsyonlarından esas olarak beklenen mikroorganizmaları ortamdan uzaklaştırabilmesi ve nekrotik-vital pulpa dokusunu çözebilmesidir. Aynı zamanda özellikle nekroze kök kanallarında smear

tabakasının uzaklaştırılması da son derece önemlidir. Günümüze kadar kullanılan pek çok irrigasyon solüsyonu arasında bu özelliklerin bazılarına sahip oldukları için irrigasyon protokolünde yer alan solüsyonlar NaOCl, CHX ve EDTA solüsyonlarıdır.

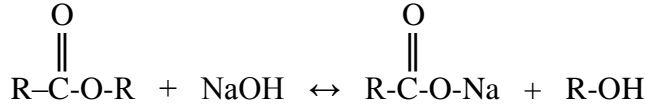
2.4.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl)

Sodyum hipoklorit (NaOCl) endodonti pratiğinde en sık kullanılan irrigasyon solüsyonudur. Solüsyon halindeyken aşağıdaki gibi bir denge içindedir (83):



Organik dokularla karşılaştığında ise bir takım kimyasal reaksiyonlar meydana gelir (84):

Şekil 1. Saponifikasyon reaksiyonu



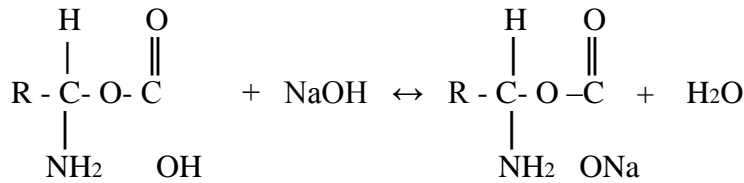
Yağ asidi

Sodyum
Hidroksit

Sabun

Gliserol

Şekil 2. Amino asit nötralizasyonu reaksiyonu



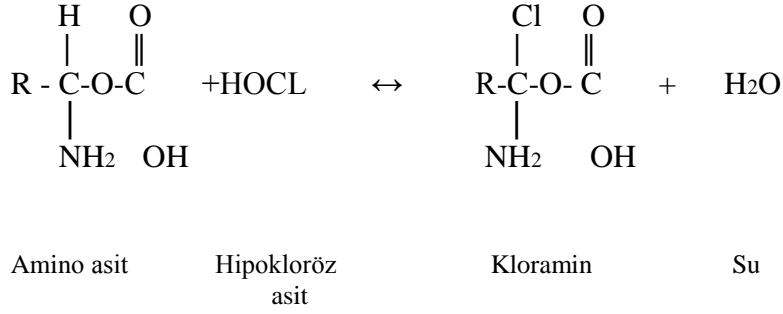
Amino asit

Sodyum
Hidroksit

Tuz

Su

Şekil 3. Kloraminasyon reaksiyonu



Şekil 1, 2 ve 3'te yer alan kimyasal reaksiyonlar sırasıyla şöyle yorumlanabilir:

NaOCl, organik dokuları ve yağları, yağ asitlerine indirger. Organik dokuları ve yağları kalan solüsyonun yüzey gerilimini azaltan yağ asitlerine (sabun) ve gliserole (alkol) dönüştüren bir çözücü niteliğindedir.

NaOCl, aminoasitleri nötralize ederek su ve tuza dönüştürür. Hidroksil iyonlarının açığa çıkmasıyla pH düşer.

HOCl⁻ (hipokloröz asit), NaOCl'in bir bileşenidir ve organik dokularla temas ettiğinde çözücü olarak etki eder ve proteinlerin amino gruplarıyla birleşerek kloramin oluşturan klorin salar. HOCl⁻ (hipokloröz asit) ve OCl⁻ (hipoklorit iyonu) aminoasitlerin ayrışmasına ve hidrolizine neden olur (84).

2.4.1.1. NaOCl'in klinikte kullanılan konsantrasyonları

NaOCl sıklıkla %0.5 ve %6'lık konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Tamponlanmamış olarak pH 11'de ya da bikarbonatla tamponlanmış olarak pH 9'da, %0.5 (Dakin solüsyonu) ve % 1'lik konsantrasyonlarda kullanılmaktadır (85). Tamponlama işleminin NaOCl'in özelliklerini değiştirecek yönde önemli bir etkisi bulunmamaktadır (86).

2.4.1.2 NaOCl'in smear tabakasına etkisi

Kök kanallarında, smear tabakası varlığında dentin kanalcıklarındaki bakteriler bütünüyle uzaklaştırılamamaktadır. Smear tabakası antimikrobiyal solüsyonların etkinliğini engelleyebilmekte ya da etkilerinin gecikmesine neden olabilmektedir (87).

NaOCl tek başına smear tabakasını çözememektedir, fakat smear tabakasının organik kısmını çözebilmektedir. NaOCl'i takiben etilen diamin tetra asidik asit (EDTA) ile yapılacak irrigasyon sonucunda smear tabakasını tamamen uzaklaştırmak mümkün olabilmektedir (85).

2.4.1.3 NaOCl'in antibakteriyal etkisi

NaOCl, direkt olarak temas ettiğinde birçok bakteriyi anında öldürebilen bir ajandır (85). Bakterilere, bakteriyofajlara, sporlara, mantarlara ve virüslere karşı etkisi kanıtlanmış güçlü bir antimikrobiyal irrigasyon solüsyonudur (81). Solüsyonun antimikrobiyal etkinliğini açıklayan iki temel görüş vardır:

1) Solüsyonun antibakteriyal etkisi, içerdiği tepkimeye girmemiş HClO^- miktarıyla doğru orantılıdır. HClO^- , bakteri enzimlerinin sülfürhidril gruplarına oksidatif etki yapmaktadır. Böylece hayati enzimleri yıkıma uğrayan bakteriler ölmektedir.

2) Antimikrobiyal etki; hipertonic solüsyonun hücre sıvılarını hücre dışına çıkarmasına bağlıdır (88). NaOCl doku proteinleriyle temasa geçtiğinde nitrojen, formaldehit ve asetaldehit oluşmakta; peptit bağları yıkılarak proteinler çözünmektedir. Bu reaksiyon sırasında amino grubundaki hidrojen, klorin ile yer değiştirmekte ve kloramin oluşmaktadır. Kloramin antimikrobiyal aktivitede önemli bir yere sahiptir. Nekrotik dokular ve irin bu yolla erimekte, antimikrobiyal ajanın enfekte bölgelere ulaşması gerçekleşmektedir (79).

NaOCl ile temas eden organik materyaller solüsyon içerisindeki serbest klorin miktarının azalmasına neden olmakta ve antimikrobiyal etki azalmaktadır. Yüksek konsantrasyonlu NaOCl düşük konsantrasyondaki NaOCl'e göre daha yüksek derecede klorin deposu içermekle beraber, düşük konsantrasyonda yüksek konsantrasyona göre daha sık irrigasyon yapılmasıyla aynı derecede antimikrobiyal etki sağlanabilmektedir (89,90).

2.4.1.4 NaOCl'in organik doku çözücü etkisi

NaOCl'in organik dokular üzerine etkisi HOCl 'e bağlıdır. HOCl 'in çözünmemiş proteinlerle reaksiyonu neticesinde çözünebilir yapıda polipeptitler ve aminoasitler oluşmaktadır (19).

NaOCl dentinin organik ana bileşenlerini oluşturan kollajeni ve pulpa artıklarını etkin bir biçimde çözmektedir. Organik dokuları çözme kapasitesi solüsyonun konsantrasyonuna, pH'ına, miktarına, ısısına, organik doku miktarına ve organik dokularla temas süresine bağlıdır (19,91,92,93,94). Nekrotik ve vital organik dokuları çözen tek yıkama solüsyonu NaOCl'dir, bu nedenle NaOCl olmadan kök kanal tedavisi yapabilmek imkansızdır (85).

2.4.2 Klorheksidin (CHX)

Klorheksidin (CHX), sentetik katyonik bir bis-guaniddir. İki adet simetrik 4-klorofenil halkasının ve 2 biguanid grubunun merkezde bir hegzametilen zincirine bağlanmasından oluşmuştur (95). Hidrofilik ve lipofilik bir moleküldür. Bakterilerin hücre zarlarındaki fosfolipidlerle ve lipopolisakkaritlerle etkileşime girerek aktif ve pasif taşıma sistemleri ile hücre içine girebilmektedir (96). Pozitif yüklü CHX'nin mikroorganizmalara etkisi bakteri hücre duvarındaki negatif yüklü fosfat gruplarıyla etkileşimi sonucunda gerçekleşmektedir. Bakterinin hücre duvarı geçirgenliğinin artmasıyla CHX bakteri hücresinin içine girmektedir. Bazik pH'a sahip CHX tuz olarak kararlı halde bulunmaktadır. Düşük konsantrasyonda (%0.02) bakteriden potasyum ve fosfor gibi düşük molekül ağırlıklı maddelerin çıkmasına neden olurken; yüksek konsantrasyonda (%2) bakterisittir ve bakterinin stoplazma içeriğini çökeltirerek ölümünü sağlamaktadır (97).

Gr (+) ve Gr (-) bakterilerin hepsine etkili olmakla birlikte Gr (+) bakteriler üzerindeki etkisi daha fazladır. CHX Gr (-) bakterilerde hücre duvarının yapısal komponenti olan endotoksinleri inaktive edemez. Primer endodontik enfeksiyonlarda Gr (-) bakteriler ağırlıklı olduğundan, CHX yeterince etkili olamamaktadır (98). İnatçı apikal periodontitis olgularında bulunan *E. faecalis* ve *Candida albicans*'lara ise etkilidir (96). Bu nedenle CHX'in sekonder endodontik enfeksiyonlarda, primer endodontik enfeksiyonlara kıyasla daha başarılı olduğu söylenebilir (99). Bakterilerin biofilm kültürleri planktonik kültürler göre antibakteriyel ajanlara daha dirençlidir. Biofilm bakterilerinin CHX'e duyarlılığı, NaOCl'e duyarlılığından daha düşüktür (100,101,102). CHX pozitif yüklü elektronları sayesinde dentine bağlanmaktadır (103,104) ve solüsyonun konsantrasyonuna bağlı olarak 48 saatten 12 haftaya kadar

antibakteriyal etkisi sürebilmektedir (103,104,105,106,107). Bu sayede koronalden olabilecek sızıntıyı geciktirilebilmektedir (108,109). Kanal patlarının bağlanmasını engellememekte ve apikal sızıntıya neden olmamaktadır (110,111).

Kök kanalı organik ve inorganik bileşenlerden oluşmaktadır. Dentinin ana bileşeni hidroksiapatit, inorganik yapının temelini oluşturmaktadır. Kök kanalı ayrıca enflamatuvar eksuda, albumin gibi proteinlerden zengindir. Kök kanalında bulunan organik ve inorganik bileşenler antibakteriyal solüsyonların etkinliğini azaltmaktadır.

Dentin tozu kullanıldığında yapılan çalışmalarda CHX ve diğer solüsyonların antibakteriyal etkisinin azaldığı, dentin tozunun antibakteriyal solüsyonlar üzerinde tamponlama etkisi yaptığı gösterilmiştir (112).

CHX ve kalsiyum hidroksitin ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) birlikte kullanımının antibakteriyal etkisi ile ilgili çalışmalarda çelişkili sonuçlar söz konusudur. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ve CHX beraber kullanıldığında her ikisinin de antibakteriyal etkisinin arttığını ve bunun tersi olarak her ikisinin de antibakteriyal etkisinin azaldığını gösteren çalışmalar mevcuttur (96). CHX ve $\text{Ca}(\text{OH})_2$ birlikte kullanıldığında CHX'in antibakteriyal etkisinin azalması şu şekilde açıklanır: Katyonik bisguanid olan CHX pH 5.5-7.0 aralığında optimum antimikrobiyal etki gösterir ve pH 8'in üzerinde çökelmeye başlar. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile karıştırıldığında ise pH'ı 12'ye kadar yükselir. Bunun nedeni kalsiyum iyonlarının CHX glukonat solüsyonundaki CHX moleküllerinin yerini almasıdır (95,96).

CHX organik dokuları çözmemektedir. Dolayısıyla organik doku varlığında ortamın pH derecesi klorheksidinin antimikrobiyal etkisini göstermesi için uygun olmamaktadır (113).

CHX dentinde erozyona neden olmadığından kemomekanik işlemleri takiben en son irrigasyon solüsyonu olarak kullanılabilir (114).

2.4.3 Etilendiamin tetra asidik asit (EDTA)

Etilendiamin tetra asidik asit (EDTA) bir şelasyon ajanıdır. Hidroksiapatit dahil inorganik yapıyı çözebilmektedir (115,116). Organik dokular üzerinde tek başına etkili değildir. Antibakteriyal etkinliği bulunmamaktadır.

EDTA genellikle %17'lik formuyla kullanılmaktadır. NaOCl ile irrigasyonu takiben kullanıldığında, düşük konsantrasyonlarında da yüksek konsantrasyonlarındaki etkisine benzer sonuçlar elde edilir. EDTA 2-3 dakika süre ile kullanılabilirle beraber, önerilen uygulama süresi 1 dakikadır. Smear tabakasının uzaklaştırılması ile dentinin derin tabakalarında da antimikrobiyal etkinlik sağlanmış olur (87,117).

2.5 İrrigasyon solüsyonlarının birbirleriyle etkileşimleri

NaOCl ve CHX birbirleri içinde çözünmemektedir. Birbirleriyle karıştırıldıklarında demir iyonlarından dolayı kahverengi-turuncu bir çökelti oluşmaktadır. Aynı zamanda karışım sonrasında açığa çıkan parakloranilin karsinojen etkiye sahiptir (118,119).

NaOCl ve EDTA karıştırıldıklarında; EDTA, NaOCl'den salınan klorin miktarını azaltmakta ve NaOCl'in antibakteriyal etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir (120).

CHX ve EDTA karıştırıldıklarında beyaz bir çökelti oluşmaktadır. Oluşan çökeltinin EDTA'nın smear tabakasını kaldırmadaki etkinliğini azalttığı düşünülmektedir (121).

2.6 Kök kanalı irrigasyon yöntemleri

Kök kanalı irrigasyon yöntemleri şöyle sınıflandırılabilir:

1. Elle yapılan irrigasyon

a. İrrigasyon iğneleri

- Monoject yandan delikli iğne
- ProRinse yandan delikli iğne
- Max-i-Probe yandan delikli iğne
- Hawe irrigation probe yandan delikli iğne

b. Fırçalar

-NaviTip FX

-Endobrush

c. Elle yapılan dinamik irrigasyon.

2. Mekanik olarak aletlerle yapılan irrigasyon

a. Döner başlıklarla beraber kullanılan fırçalar

-Ruddle Brush

-Canal Brush

b. Şekillendirmeye beraber sürekli irrigasyon yapan sistemler

c. Sonik aletler

d. Ultrasonik aletler

- Ultrasonik irrigasyon
- Pasif ultrasonik irrigasyon
 - * Devamlı pasif ultrasonik irrigasyon
 - * Kesikli pasif ultrasonik irrigasyon

e. Basınç değişim sistemleri (122).

2.6.1 Elle yapılan irrigasyon

2.6.1.1 İrrigasyon iğneleri

İğne ile irrigasyon, kök kanalına yerleştirilen bir iğne ucu ve irrigasyon solüsyonunun bulunduğu bir enjektör ile yapılmaktadır. İğne kök kanalına yerleştirilerek irrigasyon solüsyonu yavaş yavaş zerkedilir ve iğne kök kanalında korona-apikal yönde ileri geri hareket ettirilir (123). İğnenin korona-apikal yönde hareket ettirilmesinin nedeni; kök kanalı içinde sıkışmasının önlenerek solüsyonun apikal dokulara taşmasını engellemek ve kök kanalı içinde solüsyonun hidrodinamik aktivasyonunu sağlamaktır (124).

İrrigasyon iğneleri farklı kalınlık (gauge) ve tasarıma sahip olabilmektedir. İğnelerin bazıları ucundan bazıları ise yandan deliklidir (123).

İğne ile irrigasyon yapılırken, iğne kök kanalı içinde sıkışmamalıdır. Böylece kök kanalı içindeki artıkların tahliyesine yer sağlanacak ve solüsyonun apikal dokulara taşmasına engel olunacaktır.

İğne ile irrigasyonun avantajları:

1. Kök kanalına verilen solüsyon miktarı bilinmektedir.
2. İğnenin kök kanalındaki penetrasyon derinliği rahatlıkla kontrol edilebilmektedir (125).

İğne ile irrigasyonun dezavantajları:

1. Geleneksel iğne ile yapılan irrigasyonun mekanik irrigasyon etkisi zayıftır. Kök kanalındaki düzensizlikler debris ve bakterilerden tamamen arındırılmamaktadır. (126,127,128).

2. Geleneksel iğne ile solüsyonun iğnenin ucundan sadece 1mm öteye kadar gidebildiği gösterilmiştir (129).

3.Yandan delikli iğne, çalışma uzunluğunun 1 mm gerisinde yerleştirilse bile apikalde artık dokular kalabilmektedir (130).

İğne ile irrigasyonun etkinliğini arttırmak için; iğnenin ucu apikal 1/3'e mümkün olduğunca yakın olmalı, kullanılan irrigasyon solüsyonunun miktarı fazla olmalı, küçük çapta yıkama iğneleri kullanılmalıdır (79,131,132).

2.6.1.1.1 Monoject yandan delikli iğne

Monoject (Tyco/Kendall; Mansfield,Mass) yandan delikli iğne, küt uçlu ve uzundur. Yandan delikli diğer iğnelere farklı olarak iğnenin uç kısmına yakın, yandan bir delik bulunmaktadır (133).

2.6.1.1.2 ProRinse yandan delikli iğne

ProRinse (Dentsply/Tulsa Dental: Tulsa, Okla) yandan delikli iğnenin deliği yan tarafındadır. Üreticiler bunun kök ucundan solüsyonun taşma ihtimalini azalttığını belirtmektedir. 30 gauge çapındadır. Luer-lock şırıngayla kullanımı önerilmektedir. (134).

2.6.1.1.3 Max-i-Probe yandan delikli iğne

Max-i-Probe (Dentsply Rinn) yandan delikli iğnenin deliği yan tarafındadır. 30,28,25,24,23 gauge'lik iğneleri bulunmaktadır. Luer-lock şırıngasıyla beraber ya da ayrı olarak kullanılabilir (135).

2.6.1.1.4 Hawe irrigation probe

Hawe irrigation probe (Kerr, Bioggio, Switzerland), yandan delikli iğnenin deliği yan tarafındadır. 30,25,23,21 gauge'lik iğneleri bulunmaktadır (136).

İrrigasyon iğnelerinin smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri

Abarajithan ve ark. (2011), geleneksel iğnelerin ve EndoVac sisteminin smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında; deney gruplarında %2.5'luk NaOCl, %17'lik EDTA kontrol grubunda serum fizyolojik kullanmışlardır. Dişlerin koronal ve orta 1/3'lerinde smear tabakasının uzaklaştırılması açısından deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Apikal 1/3'te ise EndoVac, geleneksel iğne grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede üstün bulunmuştur. Kök kanalının bütünü değerlendirildiğinde EndoVac grubu diğer gruplardan anlamlı derecede üstün bulunmuştur (137).

İrrigasyon iğnelerinin antibakteriyal etkinliği

Bhuva ve ark. (2010), çekilmiş tek köklü insan dişleri kullanarak yandan delikli iğne ve pasif ultrasonik irrigasyonun, *E. faecalis* biofilmleri üzerindeki antibakteriyal etkisini karşılaştırmışlardır. 48 adet çekilmiş tek köklü diş, 4 gruba ayrılmış; irrigasyon solüsyonu olarak deney gruplarında %1'lik NaOCl, kontrol gruplarında serum fizyolojik kullanılmıştır. Birinci grupta yandan delikli iğne (Monoject, UK) ve %1'lik NaOCl, ikinci grupta pasif ultrasonik irrigasyon (ultrasonik eğe: Obtura Spartan, Earth City, MO, USA ve ultrasonik ünit: Piezon Master 400, Electro Medical Systems SA, Nyon, Switzerland) ve %1'lik NaOCl, üçüncü grupta yandan delikli iğne ve serum fizyolojik kullanılırken dördüncü grupta irrigasyon yapılmamıştır. % 1'lik NaOCl

kullanılan deney grupları birbirleriyle karşılaştırıldığında antibakteriyal etkinlik açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, serum fizyolojik kullanılan grupla karşılaştırıldıklarında, istatistiksel olarak anlamlı derecede üstün bulunmuşlardır (138).

İrrigasyon iğnelerinin apikal ekstrüzyon üzerine etkileri

Brown ve ark. (1995), kök kanalı içinde farklı şekillerde konumlandırılan perfore iğnelerin apikalden solüsyon taşması üzerine etkilerini incelemişlerdir. 153 adet çekilmiş tek köklü insan dişi 4 gruba ayrılmıştır. Birinci grupta 23 gauge'lik endodontik iğne ve irrigasyon solüsyonu olarak %2.5'lik NaOCl kullanılmıştır. Endodontik iğne çalışma uzunluğunun 1mm gerisinde olacak şekilde yerleştirilmiştir. İkinci grupta birinci gruptaki materyaller kullanılmış, farklı olarak iğnenin ucu kök kanalının içine yerleştirilmemiş, giriş kavitesi NaOCl ile doldurularak rezervuar görevi görmesi amaçlanmıştır. Endodontik iğne kök kanalı içinde ileri-geri hareket ettirilerek solüsyonun kanal içine ulaştırılması sağlanmaya çalışılmıştır. Üçüncü grupta birinci grupla aynı prosedür uygulanmış ancak irrigasyon solüsyonu olarak distile su kullanılmıştır. Dördüncü grupta da ikinci grupla aynı prosedür uygulanmış yine irrigasyon solüsyonu olarak distile su kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, iğnenin kök kanalına derin olarak yerleştirildiği gruplardaki apikal taşkınlık, rezervuar oluşturulan gruplardakilere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (139).

2.6.1.2 Fırçalar

Kök kanal irrigasyonunda; fırçalar direkt irrigasyon işlemi için değil, irrigasyona yardımcı olarak kullanılmaktadır. Kullanım amaçları kök kanalı duvarlarından ve kanal içi düzensizliklerinden daha fazla debrisin uzaklaştırılmasını sağlamaktır (140).

2.6.1.2.1 NaviTip FX

NaviTip FX'in (Ultradent products inc, South Jordan,UT) üzeri ince fırça kılları ile kaplıdır. 17 ya da 25 mm uzunluğunda iki farklı çeşidi bulunmaktadır. 30 gauge'lik kalınlığa sahiptir (141).

NaviTip FX koronal 1/3'te geleneksel iğneye göre debrisini uzaklaştırmada daha etkili görünse de orta ve apikal 1/3'te geleneksel iğneden üstün bir yönü bulunmamıştır (140). NaviTip FX'in fırça kılları kanal düzensizliklerinde kopabilmekte ve radyolüsent kıllar radyografide tespit edilememektedir (140).

2.6.1.2.2 Endobrush

Endobrush (C&S Microinstruments Ltd, Markham, Ontario, Canada), spiral şekilli bir fırçadır. Naylon kıllarla kaplı bükülmüş tellerden ve bir tutma parçasından oluşmuştur. Geniş çaplı bir fırça olması nedeniyle debrisini kanaldan tahliye etmek yerine apikale doğru itebilmektedir (142).

2.6.1.3. Elle yapılan dinamik irrigasyon

Elle yapılan dinamik irrigasyon, kök kanalı solüsyonla doluyken master güta perkanın 2-3 mm'lik korona-apikal yönde hareket ettirilmesi esasına dayanmaktadır. Yöntemin amacı; kök kanalındaki hidrodinamik etkiyi arttırmak, solüsyonun kök kanalı yüzeyleri ile direkt temas etmesini sağlamak ve "vapor lock etkisi"ni bozmaktır.

Vapor lock Etkisi:

Bir ucu kapalı mikrokanallarda sıvı ilerlerken sıvının ilerlediği yönde hava kabarcıkları oluşabilir. Bu tip kanallarda sıvının ilerleme yeteneği; sıvının kanalı çevreleyen duvarlarla temas açısına ve kanalın derinliğine bağlıdır. Her ne koşulda olursa olsun sıvı saatler ya da günler sonra olsa bile kanalda mutlaka ilerleyecektir (122).

Endodontide, irrigasyon solüsyonlarının dar kanallarda ilerlemesi sonucunda oluşan baloncukların, sıvının akışını engellemesi "vapor lock etkisi" olarak tanımlanmıştır (94). Kök kanallarına zerkedilen NaOCl'in kanal içindeki organik dokularla reaksiyona girmesiyle mikrobaloncuklar oluşmaktadır. Kök kanallarının şekillendirilmesiyle bu mikrobaloncuklar apikale doğru itilir ve bir gaz tıkaçı meydana gelir. Oluşan bu yapı "vapor lock" olarak tanımlanmaktadır (122).

Apikalde oluşan vaporlock iki şekilde bozulabilmektedir:

1. Elle yapılan dinamik irrigasyon (143,144).
2. Apikale negatif basınç uygulayan irrigasyon yöntemleri (145).

Elle yapılan dinamik irrigasyonun etkili olmasını sağlayan faktörler şunlardır:

1. Kök kanalında sıkışan güta perkanın korona-apikal yönde hareket ettirilmesiyle oluşan basınç, solüsyonun şekillendirme sırasında erişilemeyen bölgelere ulaşmasına yardımcı olmaktadır.
2. Kök kanalı içerisinde master güta perka ile 30 saniyede 100 hareket yapılması, 3.3 Hz'lik bir frekans oluşumu sağlayarak kanal içinde turbulans oluşumunu sağlamaktadır.
3. Güta perkanın korona-apikal yöndeki hareketi ile solüsyonun akışkanlığı artmaktadır (143).

2.6.2 Mekanik olarak aletlerle yapılan irrigasyon

2.6.2.1. Döner başlıklarla beraber kullanılan fırçalar

2.6.2.1.1. Ruddle Brush

Ruddle Brush'ın bir şaftı ve bu şafta bağlı konisiteli bir ucu vardır. Fırçanın merkezinden çevresine doğru uzanan konik şeklindeki kıllardan oluşmaktadır. Fırçanın kıllarının kök kanalındaki düzensizliklere girebilmesi ve bu bölgelerdeki debris uzaklaştırabilmesi için başlık 300 rpm'de çalıştırılır. Fırça dönerken debrisin koronal yönde hareketinin sağlanması hedeflenmektedir (122).

2.6.2.1.2 Canal Brush

Canal Brush (Coltene Whaledent, Langenau, Germany), hem elle hem de döner başlığa takılarak kullanılabilir. Polypropylen'den yapılmıştır ve oldukça esnektir. Döner başlığa takılarak kullanıldığında 600 rpm'de çalışması önerilmektedir (146).

2.6.2.2. Şekillendirmeyele beraber sürekli irrigasyon yapan sistemler

2.6.2.2.1 Quantec-E

Quantec-E (SybronEndo, Orange, CA), döner aletlerle şekillendirme yapılırken, sürekli irrigasyon yapan bir sistemdir. İki adet solüsyon deposu, bir adet pompa ve solüsyonun başlığın ucuna iletimini sağlayan bir tüp sisteminden oluşmaktadır (147). Bu sistemin kullanılmasındaki amaç; kök kanalı şekillendirilmesi yapılırken daha fazla solüsyon kullanabilmek, solüsyonun kök kanalı ile temas süresini ve penetrasyon derinliğini arttırabilmektir (148).

2.6.2.2.2 Self Adjusting File sistemi (SAF)

SAF (Re-Dent-Nova, Ra'anana, Israel) kök kanallarını aynı anda hem şekillendiren hem de irrigate ederek dezenfeksiyonunu sağlayan bir sistem olarak tasarlanmıştır. Üç ana parçadan oluşmaktadır: SAF eğe, RDT₃ ve VATEA (82).

SAF:

Sistemin kanal egesidir. Ni-ti alaşımdan yapılmıştır, ortası boş dış yüzeyi kafes şeklindedir. Kök kanal duvarlarında eğenin dış yüzeyi ile şekillendirilme yapılırken, boşluklu yapı sayesinde kök kanalındaki artıklar koronale doğru hareket edebilmektedir ve kök kanalında basınç oluşumu engellenmektedir. SAF'ın kafes biçimindeki yapısı dar kanallarda 20 numaralı el aletinin çapı kadar küçülebilir. Kanal şekillendirildikçe kafes yapı açılır ve 40 numaralı el aletinin çapına eşit olabilecek büyüklüğe erişebilir.

SAF 0.4 mm'lik ileri-geri dikey vibrasyon ve dakikada 3000-5000 titreşim yaparak çalışmaktadır. Piyasada 21mm, 25mm ve 31mm olmak üzere üç farklı uzunlukta bulunabilmektedir. SAF'ın döner başlığa takılan sap kısmı ve solüsyon deposundan solüsyonun aktarılmasını sağlayan çıkıntılı bir kısmı bulunmaktadır. Bu bölümler polypropylen yapılmıştır. Solüsyon, depodan tek kullanımlık tüplerle aktarılmaktadır (149,150).

VATEA:

Sistemin solüsyon tankıdır. Tek kullanımlık tüpler aracılığıyla başlığa bu tanktan solüsyon pompalanmaktadır. 400ml'lik solüsyon kapasitesi bulunmaktadır. Bir ayak pedalı yardımıyla solüsyonun akışı ya da akışın durdurulması sağlanmaktadır. Kontrol panelinde (+) ve (-) tuşları kullanılarak dakikada 1 ml'den 10 ml'ye kadar farklı hacimlerde solüsyon iletimi gerçekleştirilebilir (149,151).

RDT₃

RDT₃, sistemin eğeye resiprokasyon hareketi yaptıran başlık kısmıdır. SAF'a 0.4 mm'lik vuruş hareketi yaptırmaktadır. 5000 rpm'de kullanımı tavsiye edilir (149,152).

SAF'ın smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri

Souza ve ark. (2011), SAF ile Ni-ti döner aletlerin kök kanallarından debris uzaklaştırma kapasitesini çekilmiş dişler üzerinde in-vitro olarak karşılaştırmışlardır. Birinci grupta şekillendirme ve irrigasyon için SAF, ikinci grupta şekillendirme için Protaper eğeler, irrigasyon için endodontik irrigasyon iğneleri kullanılmıştır. Kök ucundan 5 mm mesafede her 0.5 mm'de kesitler alınmıştır. Örnekler ışık mikroskopunda incelenmiş, farklı seviyelerden alınan kesitlere ait bulgular karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Tüm kesit alanı düşünüldüğünde SAF grubunda Protaper grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük seviyede artık pulpa kaldığı tespit edilmiştir (153).

Metzger ve ark. (2010), SAF'ın kök kanallarının koronal, orta ve apikal 1/3'te smear tabakasını uzaklaştırma etkisini 20 adet çekilmiş insan dişi üzerinde incelemiştir. Irrigasyon solüsyonu olarak %3'lük NaOCl ve %17'lik EDTA, değerlendirme yöntemi olarak ise SEM kullanılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre SAF kök kanallarının her üç bölgesinde bulunan debris %100 uzaklaştırmıştır. Smear tabakası ise koronal 1/3'te %100, orta 1/3'te %80 ve apikal 1/3'te %65 oranında uzaklaştırılmıştır (154).

SAF'ın penetrasyon derinliği

de Gregorio ve ark. (2012), 70 adet tek köklü oval insan dişinin her biri üzerinde oluşturulan 6 adet yapay lateral kanalın temizlenme oranını incelemiştir. 4 adet deney grubunda 15'er ve kontrol grubunda 10 adet diş kullanılmıştır. İrrigasyonda %5.25'lik NaOCl ve %17'lik EDTA'dan yararlanılmıştır. Birinci grupta pozitif basınç, ikinci grupta gagalama hareketi yapılmadan SAF, üçüncü grupta gagalama hareketi yapılarak SAF ve dördüncü grupta apikal negatif basınç sistemi (EndoVac) kullanılmıştır. Bu çalışmada EndoVac grubunda solüsyon tüm dişlerde çalışma boyunca dek ulaştırılabilmektedir. EndoVac grubu solüsyonun çalışma uzunluğuna ulaşmasında diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede üstün bulunmuştur. Yapay yan kanallarda hiçbir irrigasyon sistemi ile istenilen düzeyde temizleme elde edilememiştir (155).

SAF'ın antibakteriyel etkinliği

Alves ve ark. (2011), SAF'ın farklı konsantrasyonlarda ve farklı sürelerde NaOCl ile kullanılmasının antibakteriyel etkinliğini karşılaştırmışlardır. Çalışmada 25 adet çekilmiş tek köklü ve tek kanallı alt kesici ve üst ikinci küçükazı dişi kullanılmıştır. 3 adet dişten bakteri kolonizasyonunu kontrol etmek amacıyla SEM görüntüsü elde etmede yararlanılmıştır. Kalan 22 dişi iki gruba ayrılmış, her iki grupta da şekillendirme ve irrigasyon için SAF kullanılmıştır. Kök kanallarından irrigasyon ve şekillendirme öncesi bakteriyolojik değerlendirme için örnekler alınmıştır. Birinci gruptaki dişler %2.5'luk NaOCl ile ikinci gruptaki dişler %6'luk NaOCl ile yıkanmıştır. Her iki grup için 2 dakika süreyle irrigasyon yapıldıktan sonra kök kanallarından örnek alınmış, örnek alındıktan sonra 2 dakika irrigasyona devam edilerek yeniden örnek alınmış ve tekrar 2 dakika irrigasyona devam edilerek tekrar örnek alınmıştır. Böylece irrigasyon sonrası dişlerden toplamda 3 kez örnek alınmıştır. Sonuç olarak, NaOCl'in konsantrasyonuna bakılmaksızın tüm temas sürelerine ait bakteri sayıları şekillendirme öncesi kanallardan elde edilen bakteri sayısından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. %2.5 ve %6'luk gruplar arasında 2, 4 ve 6. dakikalarda bakteri sayısında azalma konusunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir (24).

Siqueira ve ark. (2010), oval şekilli kök kanallarında SAF ve Ni-ti döner aletlerle kemomekanik preparasyon sonrasında elde edilen antibakteriyal etkinliği karşılaştırmışlardır. 44 adet çekilmiş tek köklü insan dişi *E. faecalis* ile inokule edilmiş ve 2 gruba ayrılmıştır. İrrigasyon solüsyonu olarak her iki grupta %2.5'lük NaOCl ve %5'lik EDTA kullanılmıştır. Birinci grupta kök kanalları BioRace kullanılarak #40/.04'e kadar genişletilmiş, irrigasyon işlemi yandan delikli iğneler (Navitip) ile yapılmıştır. İkinci grupta kök kanalları SAF ile genişletilirken sürekli bir irrigasyon yapılmıştır. Preparasyon öncesi ve sonrasında kök kanallarından bakteriyolojik örnekler alınmıştır. Her iki gruba ait preparasyon öncesi ve sonrasından alınan örnekler incelendiğinde bakteri sayısındaki azalma miktarlarında farklılıklar elde edilmiştir. SAF grubunda preparasyon sonrası bakterilerin azalma miktarı BioRace grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (23).

2.6.2.3 Sonik aletler

Endodontide sonik aletler ilk olarak 1985 yılında Tronstad ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır (156). Sonik irrigasyonda 1-6 kHz aralığında frekans dalgaları kullanılmaktadır (157). Sonik enerji ultrasonik enerjiyle kıyaslandığında aletin ucunda ileri-geri yönde salınımın daha fazla olduğu görülmektedir (158).

2.6.2.3.1 Rispisonic File

Rispisonik eğeler (Medidenta International, Inc, Woodside, NY) kök kanallarının şekillendirilmesinden sonra MM 1500 isimli başlığa takılarak kullanılmaktadır. Rispisonik uç düzensiz konisiteye sahiptir ve çentikli yapıdadır. Çentikli yapısından dolayı kanal duvarlarına zarar verebilmektedir (122).

2.6.2.3.2 EndoActivator

EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialities, Tulsa, OK) kök kanallarını yıkarken sonik enerji kullanılan bir sistemdir. Taşınabilir bir başlık ve polimerden yapılmış uçlardan oluşur.

Uçlar esnektir, kolay kırılmamaktadır ve pürüzsüz oldukları için dentini kesmemektedirler. 15/0.2, 25/0.4, 35/0.4 çaplarında ve 3 farklı renkten (sarı, kırmızı, mavi) oluşmaktadır.

EndoActivator pulpa odası ve kök kanalları yıkama solüsyonu ile dolu iken 30-60 sn süresince ve 2000-6000-10000 devir/ dakika hızda kullanılabilir. Uçlar kök kanallarına çalışma uzunluğundan 2mm geride olacak şekilde yerleştirilir ve alet pasif olarak çalıştırılır. Alet çalıştırılırken korona-apikal yönde de 2-3 mm'lik aralıklarla hareket ettirildiğinde hidrodinamik etki arttırılabilmektedir (159,160).

EndoActivator'ün smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri

Torres ve ark. (2010), EndoActivator'ün smear tabakasını uzaklaştırmadaki etkinliğini 40 adet çekilmiş insan dişi üzerinde incelemişlerdir. 4 gruba ayrılan dişlerin son irrigasyonu her grup için farklı şekilde yapılmıştır. Birinci grupta Max-i-Probe ile %4'lük NaOCl, ikinci grupta Max-i-Probe ile %17'lik EDTA'yı takiben %4'lük NaOCl, üçüncü grupta EndoActivator ile %4'lük NaOCl, dördüncü grupta EndoActivator ile %17'lik EDTA ve %4'lük NaOCl kullanılmıştır. Sonuçta smear tabakasının uzaklaştırılmasında herhangi bir grup diğerinden daha üstün bulunmamış, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (161).

Rödig ve ark. (2010), farklı irrigasyon yöntemlerinin eğri kök kanallarındaki debris ve smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Çekilmiş 80 adet alt büyükazı dişi 4 gruba ayrılarak son irrigasyonda %20'lik EDTA ve %3'lük NaOCl kullanılmıştır. Birinci grupta (kontrol grubu) bu solüsyonlar dışında ilave bir işlem yapılmamış, ikinci grupta ultrasonic aktivasyon, üçüncü grupta EndoActivator ve dördüncü grupta CanalBrush kullanılmıştır. Gruplar arasında kök kanalından debris uzaklaştırılması açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Koronal 1/3'te irrigasyon sistemlerinin smear tabakasını uzaklaştırması kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Koronal 1/3'te EndoActivator, ultrasonik ajitasyon ve Canal Brush'tan istatistiksel olarak anlamlı biçimde etkili bulunmuştur (162).

EndoActivator'ün apikal ekstruzyon üzerine etkileri

Desai ve ark. (2009), farklı irrigasyon sistemlerinin apikal dokular için güvenilirliklerini, kullanılan solüsyonların apikalden taşma miktarlarını ölçerek karşılaştırmışlardır. Çekilmiş 22 adet tek köklü üst çene orta ve yan keser diş, çalışmada kullanılan 6 grupta da kullanılarak standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır. Birinci grupta EndoVac'ın mikro kanülü, ikinci grupta EndoVac'ın makro kanülü, üçüncü grupta EndoActivator, dördüncü grupta Max-i-Probe, beşinci grupta ultrasonik yıkama uçları ve altıncı grupta Rinsendo kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda EndoVac makro ve mikro kanül gruplarında apikalden solüsyon taşmamıştır, bu iki grup ve EndoActivator grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. EndoActivator Max-i-Probe, ultrasonik irrigasyon ve Rinsendo ile karşılaştırıldığında apikalden daha az solüsyon taşmasına sebep olmuştur. Max-i-Probe, ultrasonik irrigasyon ve Rinsendo arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (163).

Mitchell ve ark. (2011), farklı irrigasyon sistemleri kullanıldığında NaOCl'in apikalden taşma riskini karşılaştırmışlardır. Çekilmiş 20 adet tek köklü diş iki gruba ayrılarak, yarısı #35/.06 diğer yarısı #50/.06'ya kadar şekillendirilmiştir. Tüm gruplarda aynı 20 diş kullanılmıştır. Birinci grupta EndoActivator, ikinci grupta EndoVac, üçüncü grupta Rispisonic/MicroMega 1500 MM, dördüncü grupta pasif ultrasonik irrigasyon ve beşinci grupta Monoject perfore iğne kullanılmıştır. #35/.06 ya kadar genişletilen tüm gruplarda #50/.06'ya kadar genişletilen gruplardan anlamlı şekilde daha az debris çıkışı ya da apikalden madde çıkışı görülmüştür. #35/.06'ya kadar genişletilen dişlerde EndoVac, Monoject perfore iğneden ve Rispisonic/MicroMega 1500 MM'den anlamlı şekilde daha az apikal taşkınlığa sebep olmuştur. #35/.06'ya kadar genişletilen dişlerde apikalden taşma miktarı Rispisonic/MicroMega 1500 MM'de, Monoject perfore iğne ve pasif ultrasonik irrigasyondan daha az bulunmuştur. #50/.06'ya kadar genişletilen gruplarda Monoject perfore iğnede görülen apikal taşkınlık tüm diğer sistemlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (164).

EndoActivator'ün penetrasyon derinliği

Gregorio ve ark. (2009), 80 adet çekilmiş insan dişi üzerinde yapay yan kanallar oluşturarak, sonik ve ultrasonik aktivasyonun irrigasyon solüsyonlarının penetrasyonuna etkisini karşılaştırmışlardır. Dişler 4 gruba ayrılmıştır. Birinci grupta %5.25'lik NaOCl ve EndoActivator ile sonik aktivasyon, ikinci grupta %5.25'lik NaOCl ve ultrasonik aktivasyon, üçüncü grupta %5.25'lik NaOCl ile %17'lik EDTA ve EndoActivator ile sonik aktivasyon, dördüncü grupta %5.25lik NaOCl ile %17'lik EDTA ve ultrasonik aktivasyon kullanılmıştır. Gruplara ait dişler sonik ve ultrasonik aktivasyondan önce geleneksel iğneler ile irrigate edilmiş; penetrasyon derinliği hem dört grup arasında hem grupların kendi içlerinde ultrasonik ve sonik aktivasyon öncesi ve sonrası kıyaslanmıştır. Sonuç olarak, sonik ve ultrasonik aktivasyon çalışma uzunluğundan 4.5 mm ve 2 mm gerideki yan kanallarda, penetrasyon derinliği açısından geleneksel iğnelerden istatistiksel olarak anlamlı biçimde üstün bulunmuştur (165).

Gregorio ve ark. (2010), farklı irrigasyon sistemlerini kullanarak, yapay olarak oluşturulan yan kanallara NaOCl'in penetrasyonunu karşılaştırmışlardır. 100 adet tek köklü diş 5 gruba ayrılmıştır. Birinci grupta EndoActivator, ikinci grupta pasif ultrasonik irrigasyon, üçüncü grupta F file, dördüncü grupta EndoVac (apikal negatif basınç sistemi) kontrol grubu olan beşinci grupta ProRinse ile pozitif basınçlı irrigasyon uygulanmıştır. Solüsyonun çalışma uzunluğuna ulaştırılmasında EndoVac, lateral kanallardaki penetrasyon derinliği açısından pasif ultrasonik irrigasyon, diğer bütün sistemlerden istatistiksel olarak anlamlı derecede üstün bulunmuştur (166).

EndoActivator'ün antibakteriyal etkinliği

Townsend ve ark. (2009), farklı irrigasyon yöntemlerinin yapay plastik kök kanallarından bakterileri uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırmışlardır. 30° eğriliği olan 42 adet plastik rezin blok 7 gruba ayrılmış, deney gruplarına *E. faecalis* ekilmiş kontrol grubuna hiçbir bakteri ekilmemiştir. Tüm gruplarda irrigasyon solüsyonu olarak musluk suyu kullanılmıştır. Birinci grupta ultrasonik irrigasyon, ikinci grupta Max-i-Probe ile irrigasyon, üçüncü grupta EndoVac, dördüncü grupta EndoActivator, beşinci grupta F-

File, altıncı grupta sonik irrigasyon ve kontrol grubu olan yedinci grupta Max-i-Probe yandan delikli iğne kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarının gruplar arasında yapılan değerlendirmelerinde ultrasonik irrigasyon ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ultrasonik irrigasyon ve EndoActivator, F-File ve sonik irrigasyon arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ultrasonik irrigasyon, Max-i-Probe yandan delikli iğne ile irrigasyon ve EndoVac ile kıyaslandığında yapay kök kanallarından bakterileri uzaklaştırmada her ikisinden de istatistiksel olarak anlamlı derecede üstün bulunmuştur (21).

Shen ve ark. (2010), CHX'in sonik ve ultrasonik aletlerle aktivasyonunun farklı cins bakterilerin oluşturduğu biofilm üzerindeki antimikrobiyal etkiyi artırıp arttırmadığını araştırmışlardır. Kollajen kaplı hidroksiapatit diskleri subgingival plak bakterileri ile kaplanmış ve biofilm oluşumu sağlanmıştır. Diskler 1 veya 3 dakika irrigasyon solüsyonu ile temas edecek biçimde 2 gruba ayrılmıştır. Bu şekilde gruplanan diskler CHX, CHX plus ve serum fizyolojik kullanılması açısından 3 gruba ve ultrasonik ya da sonik irrigasyon yapan sistemler kullanılıp mekanik irrigasyon yapılması ya da bu sistemler kullanılmadan irrigasyon yapılması açısından ise 3 gruba ayrılmış ve toplamda 18 grup oluşturulmuştur. Bu çalışmanın sonucuna göre mekanik irrigasyon ve CHX beraber kullanıldığında, mekanik irrigasyon ve serum fizyolojik kullanılan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede antibakteriyal etkiye sahip bulunmuştur. EndoActivator ve CHX plus birlikte kullanıldıklarında diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede üstün antibakteriyal etki göstermişlerdir (36).

2.6.2.4 Ultrasonik aletler

1950'li yıllarda periodontolojide kullanılmaya başlanan ultrasonik aletler, endodontide ilk kez Martin ve ark. tarafından 1980 yılında kullanılmıştır (167).

Ultrasonik aletler yüksek frekansta ve düşük dalga boyunda enerji üretmektedirler (168). Ultrasonik alet uçları 25-30 kHz'lik frekanslarda enine vibrasyon yaparak çalışmaktadır (168, 169).

Kök kanalını irrige etmek amacıyla kullanılan ultrasonik aletler iki şekilde etki göstermektedir:

1. Ultrasonik irrigasyon
2. Pasif ultrasonik irrigasyon
 - Kesikli pasif ultrasonik irrigasyon
 - Devamlı pasif ultrasonik irrigasyon (170).

2.6.2.4.1. Ultrasonik irrigasyon

Ultrasonik irrigasyon, ultrasonik uçlarla irrigasyon yapılırken aynı zamanda şekillendirmenin de yapılmasını ifade eder. Kontrolü zor bir yöntem olduğu için ultrasonik uçlarla şekillendirme yapılması, kanal duvarlarına ve kök kanalı preparasyonuna zarar verebilir (171,172). Bu nedenle ultrasonik irrigasyon elle ya da döner aletlerle kök kanalı şekillendirmesine alternatif bir metod olarak algılanmamalıdır (173,174,175).

2.6.2.4.2 Pasif ultrasonik irrigasyon

İlk defa Weller tarafından kullanılan “pasif ultrasonik irrigasyon” terimi; kök kanalında şekillendirme yapılmaksızın ve dentin duvarlarında düzleştirme olmaksızın endodontik eğelerin kök kanalını irrigasyonunda kullanılmasını ifade etmektedir (173,176). Ultrasonik enerjinin sadece irrigasyon yaparken kullanılmasıyla kanalın anatomisine uygun olmayan şekillendirmeler önlenmektedir. Pasif ultrasonik irrigasyon ile ultrasonik enerji, titreşim yapan ultrasonik eğeden kök kanalına verilen solüsyona aktarılmaktadır (157,177,178).

Kök kanalının şekillendirilmesini takiben yapılan pasif ultrasonik irrigasyon ve geleneksel iğne ile irrigasyonun kıyaslandığı araştırmalarda kök kanalındaki bakterilerin sayısında anlamlı bir azalma gözlenmiştir (179,180,181).

Pasif ultrasonik irrigasyonun antibakteriyal etkisinde iki önemli faktör rol oynamaktadır:

1. Ultrasonik enerjinin oluşturduğu akustik akım biofilm agglomerasyonunu sağlamaktadır. Biofilmin agglomerasyonu ile NaOCl'in planktonik bakterileri etkilemesi kolaylaşmaktadır.

2. Ultrasonik enerjinin neden olduğu kavitasyon hücre zarını zayıflatarak bakteri hücrelerinin NaOCl'e geçirgenliğini arttırmaktadır.

Pasif ultrasonik irrigasyon iki farklı teknikle yapılmaktadır (170).

1. Kesikli pasif ultrasonik irrigasyon
2. Devamlı pasif ultrasonik irrigasyon

2.6.2.4.2.1 Kesikli pasif ultrasonik irrigasyon

Kesikli pasif ultrasonik irrigasyon yapılırken, solüsyon kök kanalına enjektör yardımıyla verilir, sonra ultrasonik uç kullanılır ve solüsyon tekrar enjektörle verilerek yonteme ait döngü devam ettirilir. Bu irrigasyon yöntemi iğnenin kök kanalındaki derinliğinin ayarlanabilmesi ve kök kanalına verilen solüsyon miktarının kontrol edilebilmesi açısından avantajlıdır. Kesikli ultrasonik irrigasyonda solüsyon şırınga ile kök kanalına verilmektedir. Ardından da ultrasonik uçla aktive edilmektedir (125).

2.6.2.4.2.2 Devamlı pasif ultrasonik irrigasyon

NaOCl'in organik dokuları çözen bileşeni klorin, organik dokularla temas ettikten sonra yaklaşık 2 dakika içinde tükenmektedir (19). Dolayısıyla pasif ultrasonik irrigasyonun kesikli değil de devamlı olarak yapılması sayesinde kök kanalındaki NaOCl sürekli yenilenmiş olur.

Bu işlem için kullanılan "Nusstein iğnesi", bir ultrasonik başlık, iğne tutucu ve iğneden oluşmaktadır. Endodontik eğe yerine 25 gauge'lik yıkama iğnesi kullanılmaktadır. Alet çalıştığında bir yandan iğne titreşim yaparken bir yandan da kök kanalına iğnenin ucundan solüsyon verilmektedir (122).

2.6.2.5 Basınç değişim aletleri

Geleneksel iğne ile yapılan irrigasyonun kısıtlamaları ve yetersizlikleri basınç değişim aletlerinin geliştirilmesine neden olmuştur. Geleneksel iğne ile yapılan irrigasyonda oluşan hava baloncukları solüsyonun apikal 1/3'e ulaşmasını engellemektedir. Aynı zamanda irrigasyon iğnesinin ucu apikale yakın konumlandırıldığında, solüsyon apikalden taşabilir ya da koronale yakın konumlandırıldığında apikal 1/3'te yeterli bir temizlik sağlanamayabilir (94,182).

2.6.2.5.1 EndoVac

EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA), apikal bölgede negatif basınç oluşturarak irrigasyon solüsyonunu kök kanalına hem gönderen hem de kök kanalından tahliye eden bir sistemdir. Üç temel parçadan oluşmaktadır:

1. Ana taşıyıcı uç (Master Delivery System)
2. Makro kanül (Macro canul)
3. Mikro kanül (Micro canul)

2.6.2.5.1.1. Ana taşıyıcı uç

Ana taşıyıcı uç, bir tüple enjektöre ve dental unitin tükruk emicisine bağlıdır. Irrigasyon solüsyonunu kök kanalına göndermekte ve bir yandan da kök kanalından tahliye etmektedir.

2.6.2.5.1.2. Makro kanül

Plastikten yapılmıştır. Açık uçludur. 0.55 mm çapa ve 0.02 konisiteye sahiptir. Kök kanalının orta 1/3'ne kadar olan bölümünün kök kanalı artıklarının ve debristen uzaklaştırılmasında kullanılır.

2.6.2.5.1.3 Mikro kanül

Paslanmaz çelikten yapılmıştır. Mikro kanülün uç kısmında dört sıra halinde dizili üçer delikten toplam 12 delik bulunmaktadır. Delikler apikal ucun 1mm gerisine dek yer almaktadır. Her bir deliğin çapı 0.1 mm'dir. İlk delik mikro kanülün ucunun 0.37 mm gerisindedir ve delikler arasındaki mesafe 0.2 mm'dir.

Mikro kanülün uç kısmı kapalıdır. Kök kanalındaki artıkları ve yıkama solüsyonunu aspire etmek amacıyla kanül çalışma uzunluğunda yerleştirilmelidir. Makro ve mikro kanülün kök kanalında oluşturduğu negatif basınçla ana taşıyıcı uçtan verilen solüsyon apikale doğru ilerler (145).

EndoVac'ın smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri

Saber ve ark. (2011), farklı irrigasyon sistemlerinin yapılan son irrigasyona (%2.5 NaOCl, %17 EDTA) bağlı olarak smear tabakasını uzaklaştırma etkisini incelemiştir. 40 adet çekilmiş alt küçükazı dişi uygulanan son irrigasyon yöntemine göre 4 gruba ayrılmıştır. Birinci grupta 30 gauge'lik Navitip yandan delikli iğne , ikinci grupta EndoVac apikal negatif basınç sistemi (ANP), üçüncü grupta 40/6 güta-perka ile beraber manuel dinamik aktivasyon (MDA) ve dördüncü grupta pasif ultrasonik irrigasyon (PUI) kullanılmıştır. Sonuç olarak, en fazla smear tabakası yandan delikli iğne ve PUI'da görülmüş ve bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. MDA ve ANP sistemlerinde yandan delikli iğne ve PUI'ya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük miktarda smear tabakası varlığı izlenmiştir (183).

Heilborn ve ark. (2010), apikal negatif basınçlı irrigasyon sisteminin farklı uygulama sürelerinde kök kanallarındaki temizleme etkinliğini araştırmışlardır. 50 adet çekilmiş dişin 5'ini negatif kontrol grubu olarak kullanmışlardır. Birinci grupta 210 sn EndoVac, ikinci grupta 150 sn EndoVac, üçüncü grupta 210 sn geleneksel pozitif basınçlı Max-i-Probe iğne kullanılmıştır. Irrigasyon solüsyonu olarak %6'luk NaOCl ve %15'lik EDTA kullanılmış, kök kanallarında kalan debris miktarları kök ucundan 1mm ve 3mm mesafelerde incelenmiştir. Sonuç olarak, kök ucundan 3mm geride gruplar

arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Kök ucundan 1mm geride EndoVac kullanılan gruplarda, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla kök kanalı temizliği gerçekleştirilmiştir (184).

EndoVac'ın apikal ekstrüzyon üzerine etkileri

Mitchell ve ark. (2010), EndoVac ve yandan delikli iğne kullanıldığında NaOCl'in apikal dokulara taşma riskini incelemiştir. Deney grupları için 24 çift, kontrol grupları için 4 çift tek kanallı diş kullanılmıştır. Birinci gruptaki dişler #40'ya kadar genişletilmiş ve irrigasyon için 27 gauge'lik endodontik iğne kullanılmış, ikinci gruptaki dişler, #40'ya kadar genişletilmiş ve EndoVac kullanılmış, üçüncü gruptaki dişler #60'ya kadar genişletilmiş ve 27 gauge'lik endodontik iğne kullanılmış, dördüncü gruptaki dişler #60'ya kadar genişletilmiş ve EndoVac kullanılmıştır. Irrigasyon solüsyonu olarak %15'lik EDTA ve %6'lık NaOCl'den yararlanılmıştır. Sonuç olarak; birinci grupta %50, ikinci grupta %8.33, üçüncü grupta %58.33, dördüncü grupta %8.33 oranında apikalden taşma gözlenmiştir. Apikal genişlik göz ardı edilerek değerlendirme yapıldığında, endodontik iğne kullanıldığında dişlerin %54.17'sinde, EndoVac kullanıldığında %8.33'ünde apikalden taşma görülmüştür. EndoVac, perfore iğneye göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük apikal taşkınlığa neden olmaktadır (185).

Gondim Jr ve ark. (2010), endodontik iğne ve apikal negatif basınç sisteminin postoperatif ağrı oluşturma riskini karşılaştırmışlardır. Asemptomatik, tek köklü 110 adet kesici ve küçükakazi dişine endodontik tedavi yapılırken iki farklı irrigasyon yöntemi kullanılmıştır. Birinci grupta Max-i-Probe endodontik irrigasyon iğnesi ve ikinci grupta apikalde negatif basınç oluşturan EndoVac yıkama sistemi, %2.5'lük NaOCl ve %17'lik EDTA ile birlikte kullanılarak uygulanmıştır. Tedavi sonrasında 0-4, 4-24, 24-48 saat dilimleri arasında yapılan değerlendirmelerde, apikal negatif basınçla çalışan sistem kullanılarak tedavi edilen hastalarda, endodontik iğne kullanılarak endodontik tedavileri yapılan hastalara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük seviyede post-operatif ağrı görülmüştür. 0-4, 4-24 saat dilimlerinde ikinci grup hastaları birinci gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük seviyede analjezik kullanmışlardır. 24-48 saat dilimleri arasında kullanılan analjezik miktarında

gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Bütün zaman dilimleri birlikte değerlendirildiklerinde post-operatif ağrı ve alınan analjezik miktarı EndoVac grubunda, endodontik iğne grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (186).

EndoVac'ın penetrasyon derinliği

Munoz ve ark. (2012), endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonlarının alt büyük azı dişlerinin mezial kanallarına penetrasyon derinliğini, üç farklı irrigasyon yöntemini kullanarak karşılaştırmışlardır. 30 adet canlı alt birinci ve ikinci büyükazı dişi kullanılmıştır. Birinci grupta Monoject endodontik irrigasyon iğnesi, ikinci grupta pasif ultrasonik irrigasyon (IrriSafe), üçüncü grupta EndoVac kullanılmıştır. Sonuç olarak, penetrasyon derinliği açısından PUI ve EndoVac arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiş, bu iki grup irrigasyon iğneleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede üstün bulunmuştur (187).

EndoVac'ın antibakteriyal etkinliği

Miller ve ark. (2010), *E.faecalis* ile enfekte edilmiş kök kanallarında EndoVac ve ProRinse yandan delikli iğnenin antibakteriyal etkinliğini karşılaştırmışlardır. 50 adet çekilmiş tek köklü diş ve irrigasyon solüsyonu olarak %5.25'lik NaOCl ve %15'lik EDTA kullanılmıştır. Birinci grupta EndoVac, ikinci grupta 30 gauge'lik yandan delikli ProRinse iğne kullanılmıştır. Sonuç olarak, antibakteriyal etkinlik açısından her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (25).

Brito ve ark. (2009), *E.faecalis* ile enfekte edilmiş kanallarda üç farklı irrigasyon yönteminin antibakteriyal etkinliğini karşılaştırmışlardır. 70 adet çekilmiş insan dişinin kullanıldığı çalışmada, 4 diş bakteri kolonizasyonunu kontrol amacıyla, 6 diş pozitif kontrol grubu ve kalan dişler 20'şerli 3 deney grubunda kullanılmıştır. Birinci grupta NaviTip endodontik irrigasyon iğnesi, ikinci grupta NaviTip endodontik irrigasyon iğnesi ve EndoVac ile irrigasyon ve üçüncü grupta EndoVac ile irrigasyon uygulanmıştır. Sonuç olarak, 3 deney grubunda da irrigasyonu takiben kök kanallarındaki *E. faecalis* sayısında kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede azalma

görülmüş, 3 deney grubu kendi aralarında kıyaslandıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (22).

2.6.2.5.2 Rins Endo

Rins Endo (Dürr Dental Co); irrigasyon solüsyonunu kök kanalına zerkederken bir yandan da boşaltabilen bir sistemdir (124,143).

65 µl'lik solüsyon 1.6 Hz'lik frekansla özel bir enjektör ve ona bağlı kanül yardımıyla kök kanalına verilmektedir. Bu işlem dakikada 100 atım ve gönderilen solüsyonun tahliyesi şeklinde pedala basıldıkça devam etmektedir.

Rins Endo (Dürr Dental Co), ile yapılan irrigasyon sonrası solüsyonun kök kanalından taşma ihtimalinin yüksek olduğu gösterilmiştir (124).

2.7 Çalışmada kullanılan inceleme yöntemi

Kök kanallarındaki bakterilerin sayısının tayin edilmesinde kullanılan yöntemler arasında kök kanallarından paper pointlerle örnekler alınarak “dilüsyonla sayma yöntemi”, pulvarizasyon sonrası “dilüsyonla sayma yöntemi”, kültürlerin bulanıklığı doğrultusunda bakteri sayısının belirlendiği “türbidimetrik metod” (spektrofotometre), SEM (Scanning electron mikroskobu) ve CLSM (konfokal lazer scanning mikroskobu) kullanılmıştır (21,22,23,24,25,36,138).

Pulvarizasyon sonrası “dilüsyonla sayma yöntemi”nde, örnek dişlerin kökleri pulvarize¹ edildikten sonra, elde edilen dentin tozları serum içeren ependorf tüplerine konulmaktadır. Tüpler vortex cihazı ile çalkalandıktan sonra içerinden paper pointler ile örnek alınarak “dilüsyonla sayma yöntemi”ne göre ölçümler yapılmaktadır. Pulvarizasyon yönteminin kullanılmasının amacı sadece ana kanallardaki değil aynı zamanda anatomik farklılıklardaki ve dentin kanallarındaki mikroorganizmaları da elde etmektir (25).

¹ Pulvarizasyon: Köklerin dondurulup daha sonra parçalanması

Sıvı besiyerlerindeki bulanıklığı tayin etmek için fotoelektrik türbidimetre (veya spektrofotometre) kullanılmaktadır. Bu aletin esası ışık üzerine kurulmuştur. Bir ortam ne kadar berrak olursa, o kadar fazla ve ne kadar bulanık olursa, o kadar az ışık geçirir. Bulanıklık sayesinde de üremenin meydana gelip gelmediği ve derecesi öğrenilmektedir (21).

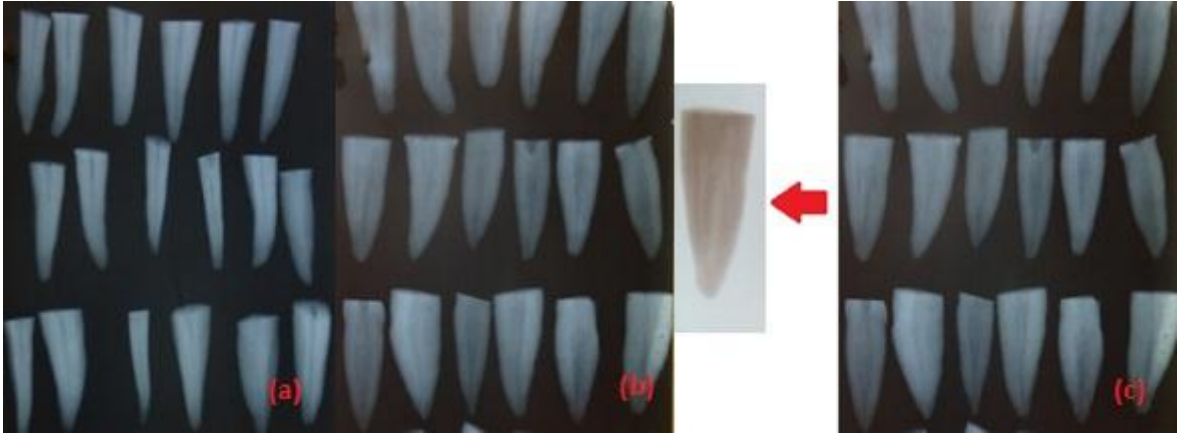
Kök kanallarında biofilm oluşumu sağlandığında SEM, hidroksiapatit diskleri gibi düz yüzeylerde biofilm oluşumu sağlandığında CLSM kullanılmaktadır. SEM kullanıldığında kanal duvarlarındaki biofilm bakterilerinin kapladığı alanları kıyaslamak mümkündür. CLSM'de ise hidroksiapatit diskleri gibi düz yüzeylerde lazer desteği ile biofilm içindeki canlı ve ölü bakterilerin, buldukları yüzeye ve birbirlerine olan oranları tespit edilebilmektedir (36,138).

Birçok çalışmada paper pointle kök kanallarından örnek alınarak “dilüsyonla sayma yöntemi” tercih edilmiştir (22,23,24). Yöntemin uygulanması oldukça basittir ve net veriler elde edilebilmektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmada 105 adet tek köklü insan alt-üst kesici, kanin ve küçükazı dişleri kullanılmış, dişler çalışma süresine kadar distile suda saklanmıştır. Kullanılacak dişlerin çürük olmamalarına, kök rezorbsiyonu bulunmamasına, kırık ya da çatlak olmamasına, kanallarda kalsifikasyon olmamasına dikkat edilmiş, bu tür dişler çalışma dışında bırakılmıştır. Örnek dişler kullanılmadan önce %5'lik NaOCl'de (Wizard, İstanbul, Türkiye) bir saat bekletildikten sonra üzerlerindeki yumuşak dokular ve diştaşları ultrasonik aletle mekanik olarak uzaklaştırılmıştır. Tüm örnek dişler okluzal film üzerine dizilerek bukko- lingual ve mesio-distal yönlerden radyografileri çekilmiştir (Resim 1(a), Resim 1(b)). Tek kanallı olmadığı belirlenen dişler (Resim 1(c)) çalışmaya dahil edilmemiş, yerlerine yenileri ilave edilmiştir.



Resim 1. (a) Örnek dişleri mesio-distal yönde gösteren radyografi
(b) Örnek dişleri bukko-lingual yönden gösteren radyografi
(c) Radyografide tek kanallı olmadığı belirlenen örnek dişlerden biri

Bütün örnek dişlerin kökleri 17 mm uzunluğunda olacak şekilde asetat kalemi ile işaretlenip (Resim 2) koronal kısımları hassas testere (Buehler, USA) ile kesilmiştir (Resim 3).



Resim 2. Kök uzunluğu 17 mm olarak işaretlenmiş örnek dişler



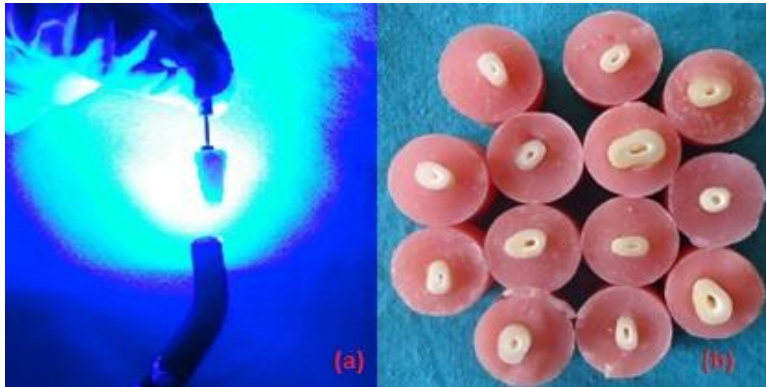
Resim 3. Örnek dişleri 17 mm uzunlukta kesmede kullanılan hassas testere

10 numaralı K-file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ile kanal yolu açıklığı kontrol edilmiştir. Çalışma uzunluğu mikroskop (Zeiss) altında X10'lük büyütmede giriş eğesinin ucunun apikal foramende görülmesi ile tespit edilen boydan 1mm çıkarılarak belirlenmiştir.

Çalışma uzunlukları belirlendikten sonra akışkan kompozit (Aelite flo, Schaumburg,USA) ile kök uçları kapatılan örnek dişler, pembe soğuk akriliğe (Imicryl, Konya, Türkiye) gömülmüştür (Resim 4, Resim 5 (a), Resim 5 (b)).



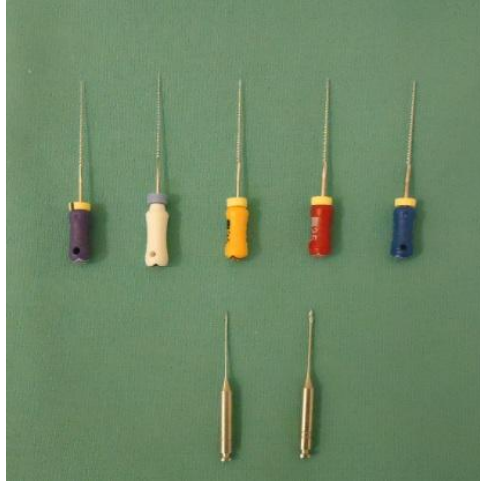
Resim 4. Örnek dişlerin kök uçlarını kapamada kullanılan kompozit materyali ve kompozit tabancası



Resim 5. (a) Kök uçlarının kompozit materyali ile kapatılması
(b) Soğuk akriliğe gömülü örnek dişler

3.2 Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

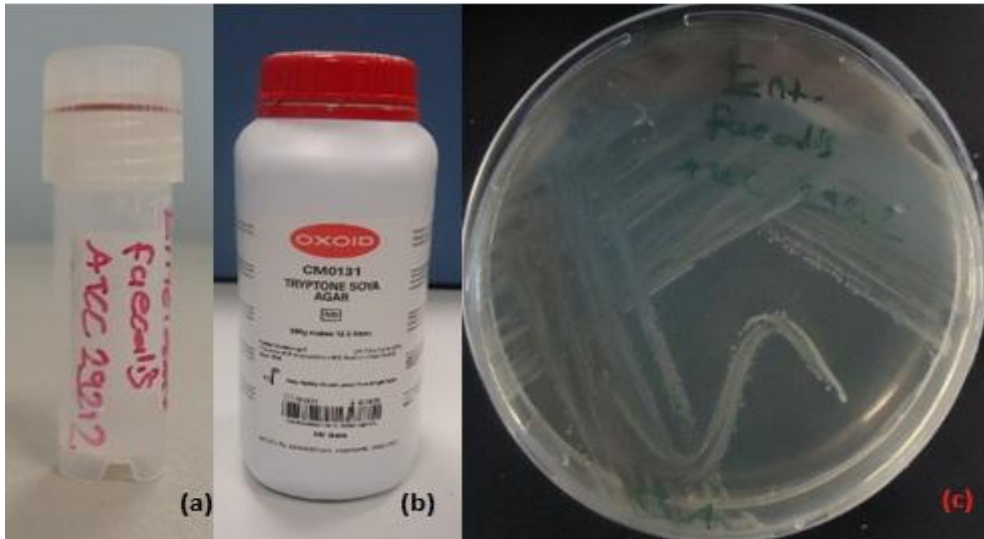
Kök kanalları ‘‘step-back’’ yöntemi ile Şekillendirilmiştir. Dişlerin kole bölgelerinde 2 ve 3 numaralı Gates Glidden frezleri (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) kullanılmıştır. Kole bölgeleri geniŐletildikten sonra kanallar sırasıyla 10,15,20,25,30 numaralı K-File (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) el aletleri ile çalışma uzunluğunda Şekillendirilmiştir (Resim 6). Her alet deĐiŐiminden önce patency file kullanılmış ve kanallar 2 ml serum fizyolojik ve yandan delikli iğne (Hawe irrigation probe, Bioggio, Switzerland) ile irrigate edilmiştir. Kök kanalları 30 numaralı paper point (Diadent, Korea) ile kurutularak, dişler 121°C’de 30 dakika otoklavlanmıŐtır (Statim 5000).



Resim 6. Kök kanallarının Şekillendirilmesinde kullanılan kanal aletleri

3.3 Kök Kanallarının Enfekte Edilmesi

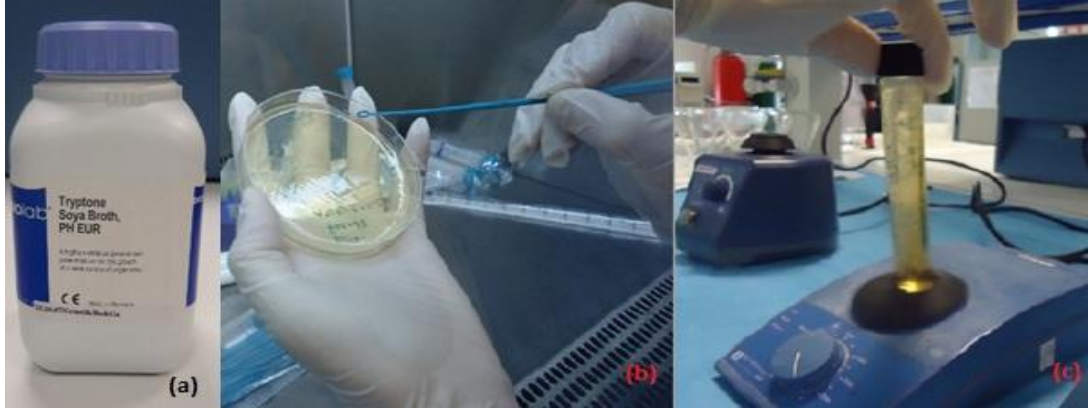
Kök kanallarının enfekte edilmesi için *E. faecalis*'in ATCC (American Type Culture Collection) 29212 suşu kullanılmıştır (Resim 7(a)). Bakteri suşu TSA (Triptik Soy Agar) (Oxoid Ltd, Basingstoke, Hampshire, England) içinde inoküle edilmiş ve aerob ortamda, 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir (Resim 7 (b), Resim 7 (c)). 24 saat sonra TSA'da çoğalan bakteri kolonileri toplanmış ve TSB (Triptik Soy Brot) 'ye (Biolab, Hungary) ekilmiştir. Daha sonra TSB vortex cihazı ile çalkalanmıştır (Resim 8 (a), Resim 8 (b), Resim 8 (c)). *E. faecalis* kültürünün bulanıklığı Mc Farland Standartına göre ayarlanmıştır (Resim 9 (a)). Bakteriye süspansiyon steril mikropipetler aracılığıyla kök kanallarına verilmiştir (Resim 9 (b)). Steril 20 numara K-File eğeler (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) kullanılarak bakteriyel süspansiyonun kanal içinde yayılması sağlanmıştır (Resim 9(c)). Kanal ağızları geçici dolgu maddesi Coltosol F (Coltene, Whaledent AG, Switzerland) ile kapatılarak dişler 37°C'de inkübatöre bırakılmıştır. 1. , 4. ve 6. günlerde kanal ağızlarından geçici dolgu maddesi uzaklaştırılarak kök kanallarına taze TSB ilave edilmiştir.



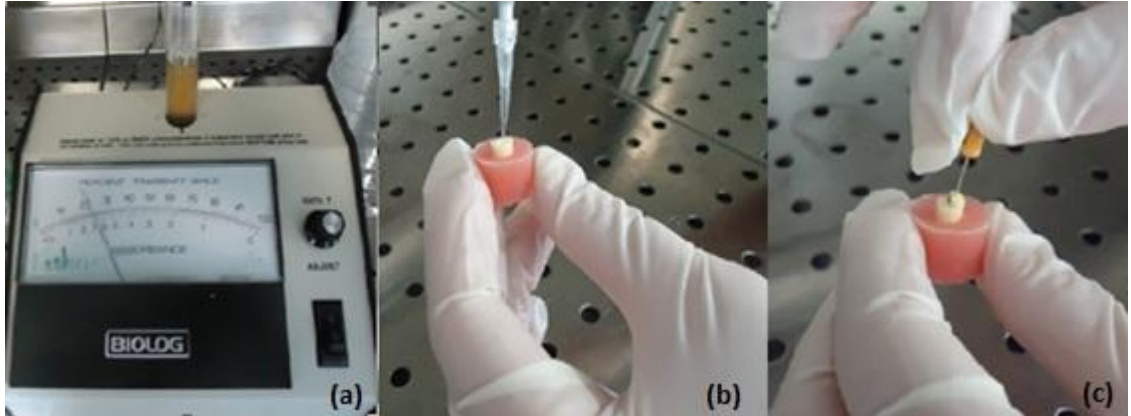
Resim 7. (a) *E. faecalis* 29212 suşu

(b) Toz halinde TSA

(c) TSA içerisinde 37°C'de 24 saat inkübe edilen *E. faecalis*



Resim 8. (a) Toz halinde TSB
(b) TSB'ye aktarılmak üzere TSA'dan *E. faecalis* kolonilerinin alınması
(c) TSA'dan *E. faecalis* aktarılan TSB'nin vortex cihazı ile çalkalanması



Resim 9. (a) *E. faecalis* kültürünün bulanıklığının Mc Farland standartına göre belirlenmesi
(b) Bakteriyoal süspansiyonun steril mikropipetle kök kanalına verilmesi
(c) 20 numaralı K-File ile bakteriyoal süspansiyonun kanal içinde yayılmasının sağlanması

3.4 SEM (Scanning Elektron Mikroskobu) Protokolü

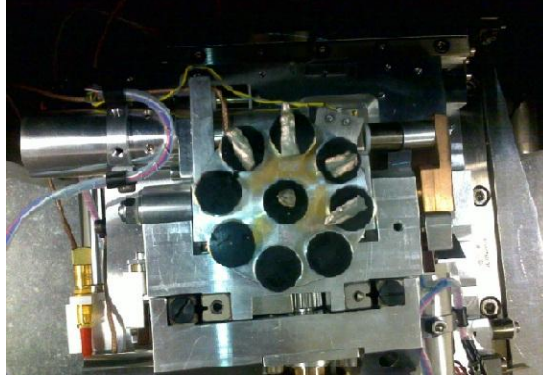
Kök kanallarının enfekte edilmesinden 7 gün sonra 5 adet dişe bakteriyal kontaminasyonun doğrulanması açısından SEM’de (Zeiss, Germany) bakılmıştır (Resim 10). Dişler uzunlamasına kesilerek tamponlanmış formalin ve yükselen konsatrasyonda etanolde bekletilmiştir. Kurutulan dişler altın kaplama cihazı (Bal-TEC, Germany) ile kaplanarak SEM cihazına yerleştirilmiştir (Resim 11, Resim 12) . Örneklerde kök kanallarındaki bakteriyal kontaminasyon X5000 ve X15000 büyütmelerde SEM’de izlenmiştir (Resim 13,14).



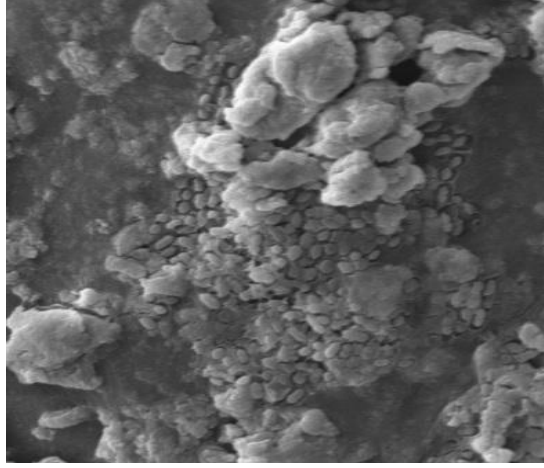
Resim 10. Çalışmada kullanılan SEM cihazı



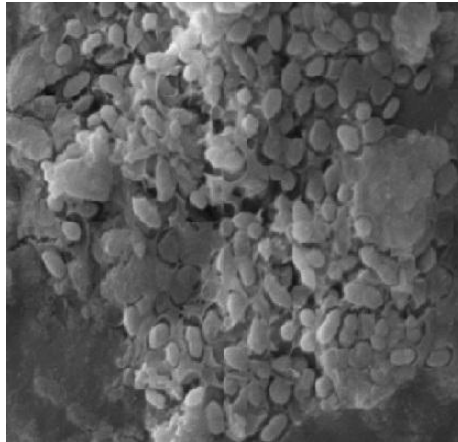
Resim 11. SEM görüntülemesi öncesinde dişlerin kaplandığı altın kaplama cihazı



Resim 12. SEM cihazına yerleştirilen altın tozu ile kaplı dişler



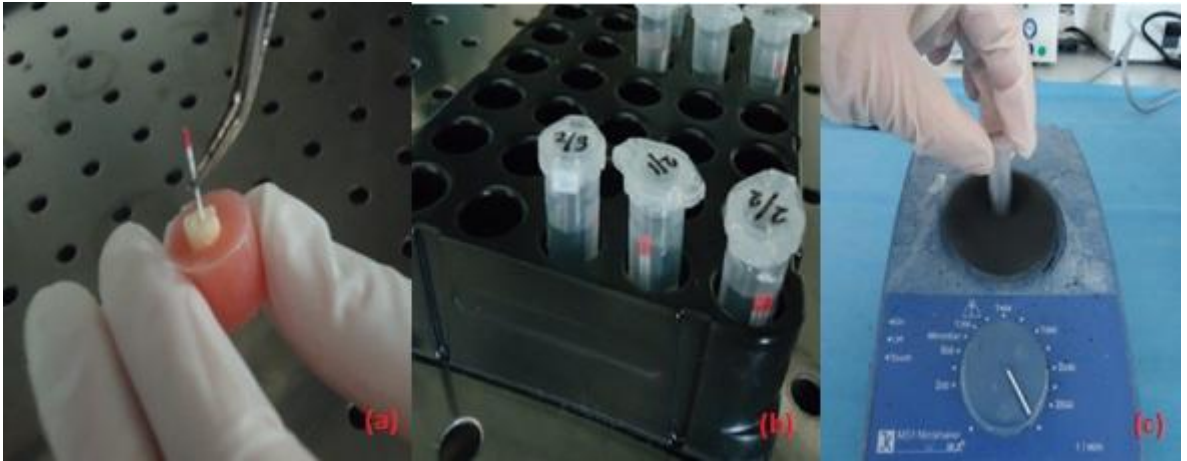
Resim 13. Kök kanallarında kolonize olan *E. faecalis*'in SEM görüntüleri (X5000)



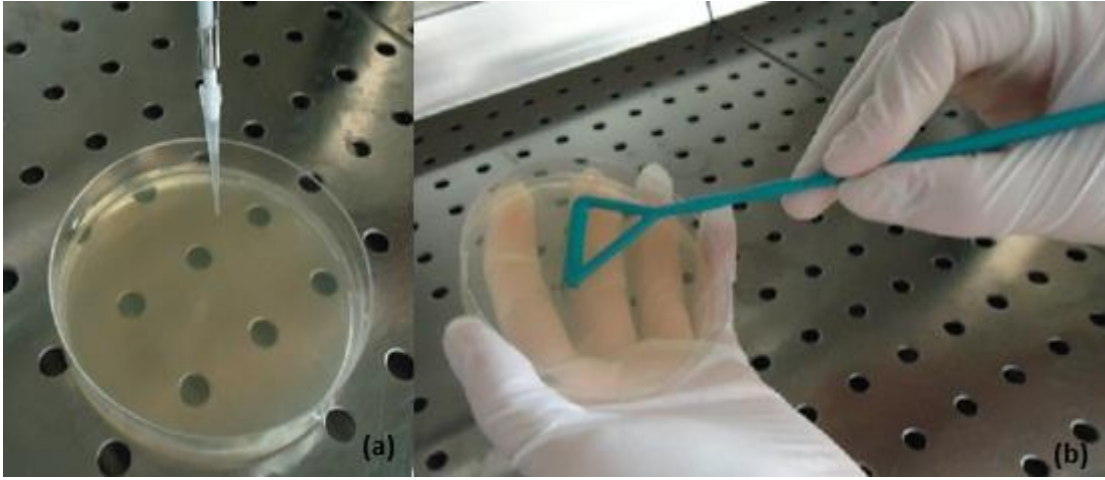
Resim 14. Kök kanallarında kolonize olan *E. faecalis*'in SEM görüntüleri (X15000)

3.5 İrrigasyon işlemleri öncesinde kök kanallarından örnek alınması (S₁)

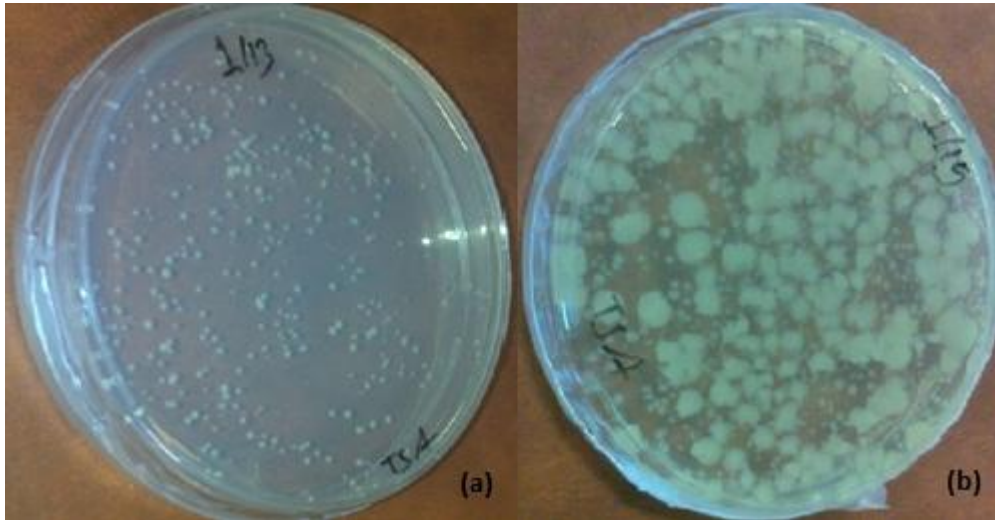
Bakteriyal kontaminasyondan 7 gün sonra kök kanallarından örnekler (S₁) alınmıştır. Kanal ağızlarından geçici dolgu maddesi Coltosol F uzaklaştırıldıktan sonra kök kanallarının içi steril mikropipetler aracılığıyla serum fizyolojik ile ıslatılmıştır. 3'er adet 25 numaralı paper point birer dakika bekletilmek üzere arda arda kök kanallarına yerleştirilmiştir (Resim 15 (a)). Daha sonra paper pointler 1 ml serum fizyolojik içeren ve dişlerin grup numaralarının üzerlerinde yazılı olduğu ependorf tüplerine yerleştirilmiştir (Resim 15(b)). Ependorf tüpleri bakteriyal süspansiyonun paper pointten seruma dökülmesi için birer dakika vortex cihazı ile çalkalanmıştır (Resim 15(c)). Ependorf tüplerindeki örnekler serumla 1 kez dilüe edildikten sonra 0.1ml solüsyon steril mikropipetler ile TSA'ya ekilerek plastik drigalski spatülleri (İnterlab, Türkiye) ile yayılmıştır (Resim 16 (a), Resim 16 (b)). Petri kutuları 37°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. 48 saat sonra çoğalan koloniler (Resim 17 (a)) sayılarak CFU (colony forming units) cinsinden sayıları hesaplanmıştır ve S₁ sonuçları olarak kaydedilmiştir. Kontamine olan petri kutuları (Resim 17 (b)) ve petri kutularına ait örnek dişler çalışmadan çıkarılarak yerlerine yeni dişler dahil edilmiştir.



Resim 15. (a) Kök kanallarından paper pointler aracılığıyla örnek alınması
(b) İçlerinde kök kanallarından örnek almada kullanılan paper pointlerin bulunduğu ependorf tüpleri
(c) Ependorf tüplerinin vortex cihazı ile çalkalanması



Resim 16. (a) Dilüsyon bakteriyal süspansiyonun TSA'ya ekilmesi
(b) TSA'ya ekilen bakteriyal süspansiyonun drigalski spatülü ile yayılması



Resim 17. (a) TSA'ya ekimden 48 saat sonra çoğalan *E. faecalis* kolonileri
(b) Kontamine olan ve çalışmadan çıkarılan petri kutularından bir tanesi

3.6 İrrigasyon protokolü

Bakteriyal kontaminasyonun kontrolü amacıyla ayrılan 5 adet dişten geriye kalan 100 adet diş rastlantısal olarak 5 gruba ayrılmıştır. Birinci grupta yandan delikli iğne (Hawe irrigation probe, Bioggio, Switzerland) ikinci grupta EndoActivator (Dentsply, Tulsa Dental, OK) üçüncü grupta SAF (Re-Dent-Nova, Ra'anana, Israel), dördüncü grupta EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA) ile irrigasyon yapılmış ve deney gruplarında irrigasyon solüsyonu olarak %5'lik NaOCl (Wizard, İstanbul, Türkiye) (Resim 18 (a)) ile %17'lik EDTA (Wizard, İstanbul, Türkiye) (Resim 18 (b)) kullanılmıştır. Pozitif kontrol grubu olan son grupta yandan delikli iğne ve irrigasyon solüsyonu olarak serum fizyolojik kullanılmıştır.



Resim 18. (a) %5'lik NaOCl
(b) %17'lik EDTA

3.6.1 Hawe irrigation probe yandan delikli iğne grubu

Bu grupta yer alan 20 adet örnek dişin, kök kanalları eğelenmeye başlamadan önce yandan delikli iğne ve 3 ml NaOCl ile 30 sn boyunca irrigate edilmiştir. Kök kanalları Protaper (Dentsply) döner aletler ve X-Smart (Dentsply) (Resim 19) endodontik motor kullanılarak şekillendirilmiştir. Protaper eğeler sırasıyla Sx,S1,S2,F1,F2,F3,F4'e (Resim 20) kadar kullanılmıştır. Kök kanalları; Sx'ten itibaren her eğeden sonra 30 sn boyunca 2 ml %5'lik NaOCl ile irrigate edilmiştir.



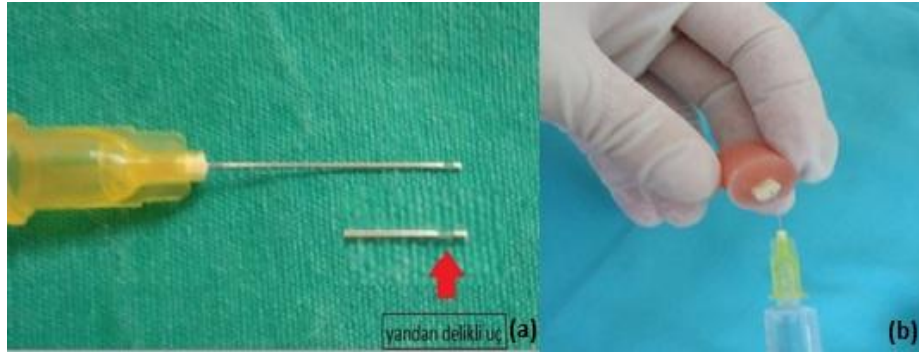
Resim 19. X-Smart endodontik motor



Resim 20. Protaper döner alet eğeleri

Şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra yandan delikli iğne (Resim 21 (a), Resim 21 (b)) kullanılarak 30 sn 2.5 ml %5'lik NaOCl , 60 sn 5ml %17'lik EDTA ve son olarak 30 sn 2.5 ml %5'lik NaOCl ile kanalların yıkama işlemi tamamlanmıştır.

Kök kanallarına 6 dakika boyunca toplam olarak 27 ml irrigasyon solüsyonu temas ettirilmiştir (Tablo 1).



Resim 21. (a) Hawe irrigasyon probe yandan delikli iğne

(b) Hawe irrigasyon probe yandan delikli iğne ile irrigasyon

Tablo 1. Hawe irrigasyon probe yandan delikli iğne grubunda yapılan irrigasyonun süresi ve kullanılan solüsyonların hacmi

İrrigasyonun aşamaları	İrrigasyon solüsyonun miktarı	İrrigasyon solüsyonun kullanıldığı süre	İrrigasyon solüsyonun cinsi	İrrigasyon yöntemi
Şekillendirme öncesi	3ml	30 sn	NaOCl	Yandan delikli iğne
Şekillendirme sırasında	7x2ml (sx,s1,s2,f1,f2,f3,f4)	7x30 sn	NaOCl	Yandan delikli iğne
Şekillendirme sonrası	2.5 ml + 5ml + 2.5ml	30 sn + 60 sn + 30 sn	NaOCl + EDTA + NaOCl	Yandan delikli iğne
Toplam	27 ml	360 sn (6 dk)		

3.6.2 EndoActivator grubu

Bu grupta yer alan 20 adet örnek dişin kök kanalları eğelenmeye başlanmadan önce yandan delikli iğne ve 3 ml NaOCl ile 30 sn boyunca yıkanmıştır. Kanallar Protaper döner alet eğeleri ve X-Smart endodontik motor kullanılarak şekillendirilmiştir. Protaper eğeler sırasıyla Sx,S1,S2,F1,F2,F3,F4'e kadar kullanılmıştır. Kanallar; Sx'ten itibaren her eğeden sonra 30sn boyunca 2 ml %5'lik NaOCl ile yıkanmıştır.

şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra EndoActivator cihazı ve 25.04 çaptaki kırmızı EndoActivator ucu kullanılarak (Dentsply) (Resim 22, Resim 23) alışma uzunluğunun 2 mm gerisinde, 10000 cpm (cycles per minute)'de aktivasyon yapılmıştır. Aktivasyon süreleri 2.5 ml %5'lik NaOCl ile 30 sn , 5ml %17'lik EDTA ile 60 sn ve 2.5 ml %5'lik NaOCl ile 30 sn olarak belirlenmiş ve irrigasyon bu şekilde tamamlanmıştır.

Kök kanallarına 6 dakika boyunca toplam olarak 27 ml irrigasyon solüsyonu temas ettirilmiştir (Tablo 2).



Resim 22. EndoActivator ve ucu.



Resim 23. EndoActivator'ün kullanılışı

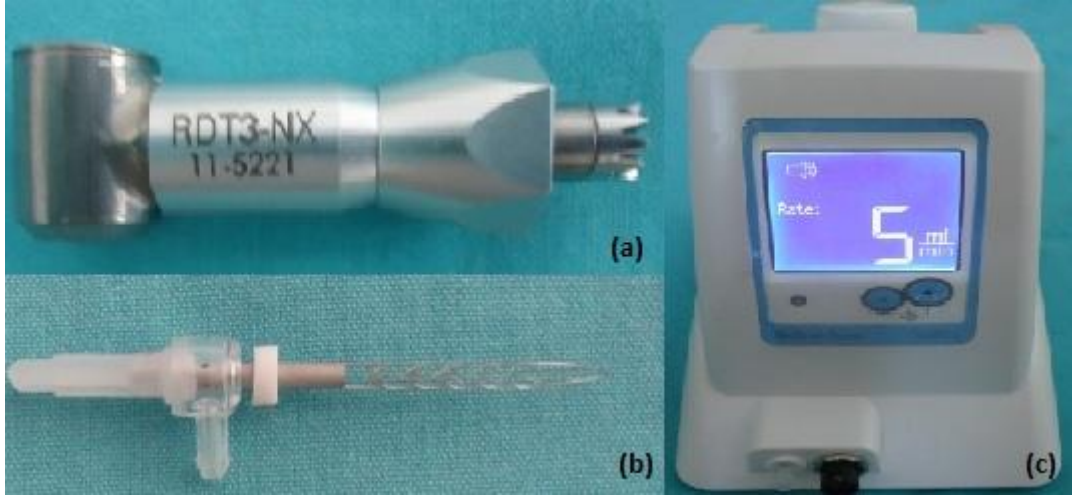
Tablo 2. EndoActivator grubunda yapılan irrigasyonun süresi ve kullanılan solüsyonların hacmi

İrrigasyonun aşamaları	İrrigasyon solüsyonun miktarı	İrrigasyon solüsyonun kullanıldığı süre	İrrigasyon solüsyonun cinsi	İrrigasyon yöntemi
Şekillendirme öncesi	3ml	30 sn	NaOCl	Yandan delikli iğne
Şekillendirme sırasında	7x2ml (sx,s1,s2,f1,f2,f3,f4'ten sonra)	7x30 sn	NaOCl	Yandan delikli iğne
Şekillendirme sonrası	2.5 ml + 5ml + 2.5ml	30 sn + 60 sn + 30 sn	NaOCl + EDTA + NaOCl	EndoActivator
Toplam	27 ml	360 sn (6 dk)		

3.6.3 SAF grubu

Bu grupta kullanılan 20 adet örnek dişin kök kanalları eğelenmeye başlamadan önce SAF ve 3 ml NaOCl ile 30 sn boyunca irriğe edilmiştir. Kanallar Protaper döner alet eğeleri ve X-Smart endodontik motor kullanılarak şekillendirilmiştir. Protaper eğeler sırasıyla Sx,S1,S2,F1,F2,F3,F4'e kadar kullanılmıştır. Kök kanalları; Sx'ten itibaren her eğeden sonra 30sn boyunca 2 ml %5'lik NaOCl ve SAF (Resim 24) kullanılarak irriğe edilmiştir.

şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra SAF kullanılarak (Resim 25) 30 sn 2.5 ml %5'lik NaOCl, 60 sn 5ml %17'lik EDTA ve son olarak 30 sn 2.5 ml %5'lik NaOCl ile kök kanallarının irriğasyon işlemi tamamlanmıştır.



Resim 24. SAF sisteminin bölümleri: (a) RDT3 (b) SAF (c) Vatea



Resim 25. SAF'ın kullanılışı

Kök kanallarına 6 dakika boyunca toplam olarak 27 ml irrigasyon solüsyonu temas ettirilmiştir (Tablo3).

Tablo 3. SAF grubunda yapılan irrigasyonun süresi ve kullanılan solüsyonların hacmi

İrrigasyonun aşamaları	İrrigasyon solüsyonun miktarı	İrrigasyon solüsyonun kullanıldığı süre	İrrigasyon solüsyonun cinsi	İrrigasyon yöntemi
Şekillendirme öncesi	3ml	30 sn	NaOCl	SAF
Şekillendirme sırasında	7x2ml (sx,s1,s2,f1,f2,f3,f4'ten sonra)	7x30 sn	NaOCl	SAF
Şekillendirme sonrası	2.5 ml + 5ml + 2.5ml	30 sn + 60 sn + 30 sn	NaOCl + EDTA + NaOCl	SAF
Toplam	27 ml	360 sn (6 dk)		

3.6.4. EndoVac grubu

20 adet örnek diş, kök kanalları eğelenmeye başlamadan önce ana taşıyıcı uç ve 3 ml NaOCl ile 30 sn boyunca irriye edilmiştir (Resim 26). Kanallar Protaper döner alet eğeleri ve X-Smart endodontik motor kullanılarak şekillendirilmiştir. Protaper eğeler sırasıyla Sx,S1,S2,F1,F2,F3,F4'e kadar kullanılmıştır. Kök kanalları; Sx'ten itibaren her eğeden sonra ana taşıyıcı uç kullanılarak 30sn boyunca 2 ml %5'lik NaOCl ile yıkanmıştır. F4'ten sonra ana taşıyıcı uç ve makro kanül çalışma uzunluğunun 4 mm gerisinde 30 sn süresince kullanılarak, 2ml %5'lik NaOCl ile irrigasyon işlemine devam edilmiştir (Resim 27).



Resim 26. Ana taşıyıcı uç ve kullanımı



makro kanül



Resim 27. Makro kanül ve kullanımı

Şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra ana taşıyıcı uç ve mikro kanül ile 2.5ml %5'lik NaOCl, 5ml %17'lik EDTA ve 2.5 ml %5'lik NaOCl kullanılarak son irrigasyon yapılmıştır (Resim 28). Solüsyonlar uygulanırken mikro kanül 6sn çalışma uzunluğunda sonraki 6 sn çalışma uzunluğundan 2 mm geride ve sonra yeniden 6 sn çalışma uzunluğunda yerleştirilerek işleme devam edilip 30 sn boyunca kullanılmıştır. Böylece 30 sn boyunca mikro kanül 3 kez çalışma uzunluğunda, 2 kez çalışma uzunluğundan 2 mm geride kullanılmıştır. Sonuç olarak son irrigasyon 2.5 ml NaOCl'in 2 kez 30 sn ve %5'lik EDTA'nın 1 kez 60 sn kullanılmasıyla 120 sn sürmüştür.



mikro kanül



Resim 28. Mikro kanül ve kullanımı

Kök kanallarına 6 dakika boyunca toplam olarak 27 ml irrigasyon solüsyonu temas ettirilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. EndoVac grubunda yapılan irrigasyonun süresi ve kullanılan solüsyonların hacmi

İrrigasyonun aşamaları	İrrigasyon solüsyonun miktarı	İrrigasyon solüsyonun kullanıldığı süre	İrrigasyon solüsyonun cinsi	İrrigasyon yöntemi
Şekillendirme öncesi	3ml	30 sn	NaOCl	Ana taşıyıcı uç
Şekillendirme sırasında	6x2ml (sx,s1,s2,f1,f2,f3'ten sonra)	6x30 sn	NaOCl	Ana taşıyıcı uç
Şekillendirme sırasında	2ml (f4'ten sonra)	30 sn	NaOCl	Ana taşıyıcı uç + Makro kanül
Şekillendirme sonrası	2.5 ml + 5ml + 2.5ml	30 sn + 60 sn + 30 sn	NaOCl + EDTA + NaOCl	Ana taşıyıcı uç + Mikro kanül
Toplam	27 ml	360 sn (6 dk)		

3.6.5. Pozitif kontrol grubu

20 adet örnek diş, kök kanalları eğelenmeye başlamadan önce yandan delikli iğne ve 3 ml serum fizyolojik ile 30 sn boyunca irrigate edilmiştir. Kök kanalları Protaper döner alet eğeleri ve X-Smart endodontik motor kullanılarak şekillendirilmiştir. Protaper eğeler sırasıyla Sx,S1,S2,F1,F2,F3,F4'e kadar kullanılmıştır. Kök kanalları; Sx'ten itibaren her eğeden sonra 30 sn boyunca 2 ml serum fizyolojik ile irrigate edilmiştir.

Şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra yandan delikli iğne kullanılarak kanallar 120 sn 10 ml serum fizyolojik ile yıkanmıştır.

Kök kanallarına 6 dakika boyunca toplam olarak 27 ml irrigasyon solüsyonu temas ettirilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Pozitif kontrol grubunda yapılan irrigasyonun süresi ve kullanılan solüsyonların hacmi

İrrigasyonun aşamaları	İrrigasyon solüsyonun miktarı	İrrigasyon solüsyonun kullanıldığı süre	İrrigasyon solüsyonun cinsi	İrrigasyon yöntemi
Şekillendirme öncesi	3ml	30 sn	Serum fizyolojik	Yandan delikli iğne
Şekillendirme sırasında	7x2ml (sx,s1,s2,f1,f2,f3,f4'ten sonra)	7x30 sn	Serum fizyolojik	Yandan delikli iğne
Şekillendirme sonrası	2.5 ml + 5ml + 2.5ml	30 sn + 60 sn + 30 sn	Serum fizyolojik	Yandan delikli iğne
Toplam	27 ml	360 sn (6 dk)		

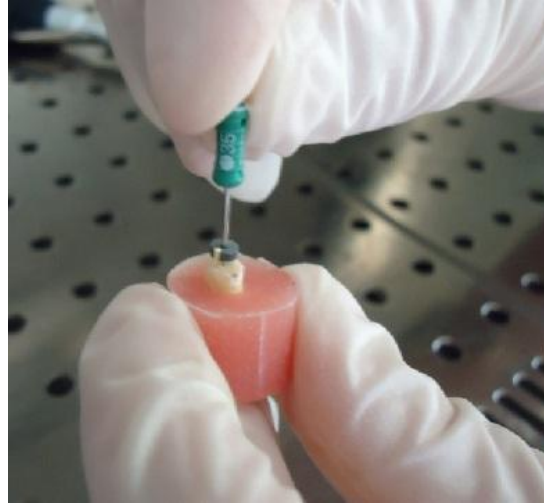
3.7 İrrigasyon işlemleri sonrasında kök kanallarından örnek alınması (S2)

İrrigasyon işlemleri tamamlandıktan sonra, NaOCl'in nötralize edilmesi için kök kanalları %10'luk 1 ml sodyum tiyosulfat (Norateks Kimya, İstanbul) (Resim 29) ve ardından serum fizyolojik ile yıkanmıştır. 35 numara H-File (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ile kanal duvarları eğelenerek dentin kanalcıkları içindeki bakterilerin kök kanal boşluğuna dökülmesi hedeflenmiştir (Resim 30). 3'er adet 25 numaralı paper point birer dakika bekletilmek üzere arda arda kök kanallarına yerleştirilmiştir. Daha sonra paper pointler 1 ml serum fizyolojik içeren ve dişlerin grup numaraları üzerlerine kaydedilmiş olan ependorf tüplerine yerleştirilmiştir. Ependorf

tüpleri bakteriyal süspansiyonun paper pointten seruma dökülmesi için birer dakika vortex cihazıyla çalkalanmıştır.



Resim 29. %10'luk sodyum tiyosulfat



Resim 30. Kanal duvarlarındaki *E. faecalis*'in kök kanal boşluğuna dökülmesi için 35 numaralı H-File kullanılması

Ependorf tüplerindeki örnekler serumla 1 kez dilüsyondan sonra 0.1ml solüsyon steril mikropipetler ile TSA'ya ekilerek plastik drigalski spatülleri ile yayılmıştır. Petri kutuları 37°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. 48 saat sonra çoğalan koloniler sayılarak CFU cinsinden sayıları hesaplanmıştır ve S₂ sonuçları olarak kaydedilmiştir (Resim 31).



Resim 31. S₂'de bakteriyal üreme görülmeyen bir petri kutusu

3.8 İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmamızda elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 15.0 programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir ve parametrelerin normal dağılıma uygun olmadığı saptanmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi ve farklılığa neden olan grubun tespitinde Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U test kullanılmıştır. Parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında ise Wilcoxon işaret testi kullanılmıştır. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Boyları 17 mm'de sabitlenen dişlerin, çalışma uzunlukları ölçülerek gruplara dengeli olarak dağıtılmıştır. Perfore iğne, EndoVac, EndoActivator, SAF ve (+) kontrol gruplarında bulunan dişlerin çalışma uzunlukları ortalamaları ve standart sapma değerleri Tablo 6'de izlenmektedir.

Tablo 6: Deney ve kontrol gruplarında yer alan örnek dişlerin çalışma uzunluklarının ortalama ve standart sapma değerleri

Gruplar	n	Uzunluk (mm)		KW	p
		Ort±SS	Medyan		
Pozitif	20	16,25±0,25	16,25		
Kontrol					
Perfore İğne	20	16,25±0,25	16,25	0,238	0,993
EndoVac	20	16,23±0,25	16		
EndoActivator	20	16,23±0,25	16		
SAF	20	16,24±0,25	16		

Kruskal Wallis Test

Deney ve kontrol gruplarının çalışma uzunlukları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (Tablo 6) (p= 0,993) (p>0.05).

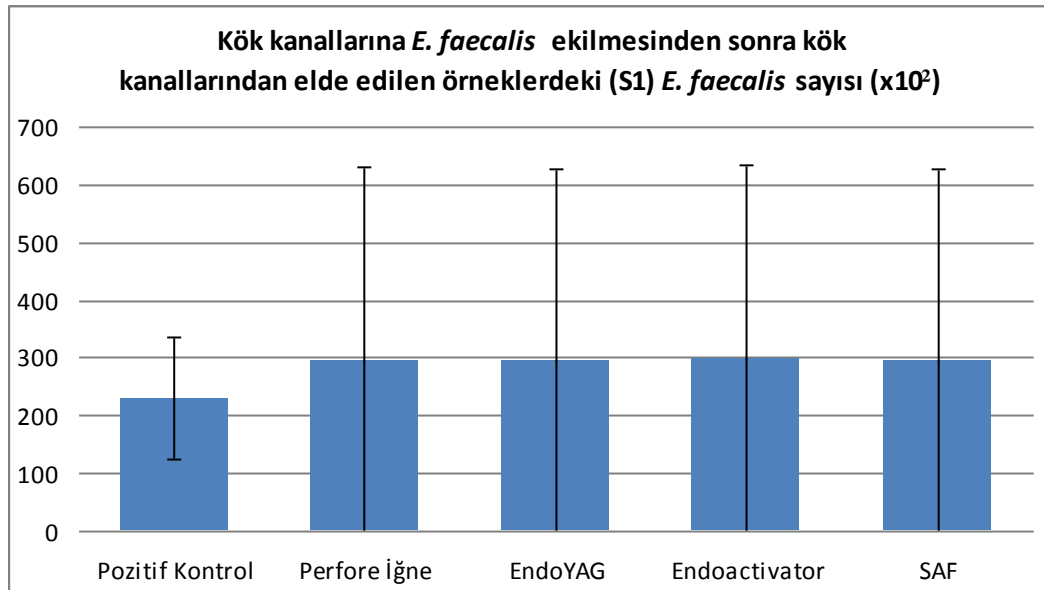
Tablo 7: Grupların kök kanallarına *E. faecalis* ekilmesinden sonra (S₁) ve kök kanallarının irrigasyonundan sonra kök kanallarından elde edilen örneklerde bulunan (S₂) *E. faecalis* sayısının değerlendirilmesi (x10²)

	Pozitif Kontrol	Perfore İğne	EndoVac	EndoActivator	SAF	
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	KW; ⁺p
	Medyan	Medyan	Medyan	Medyan	Medyan	
	(IQR)	(IQR)	(IQR)	(IQR)	(IQR)	
Birinci Ölçüm (S₁)	229,55±106,19 249 (112,5-313,75)	294,05±336,60 87 (50-586,75)	293,90±333,21 94 (52,25-615,25)	297,45±337,25 91 (52,5-591,75)	293,50±333,35 91 (50-584,5)	KW:1,759 p:0,780
İkinci Ölçüm (S₂)	6,50±4,09 6,5 (1,5-10)	0,55±1,19 0 (0-0)	0,35±0,87 0 (0-0)	0,15±0,67 0 (0-0)	0,90±1,91 0 (0-0,75)	KW:57,715 p:0,001**
⁺⁺p	0,001**	0,001**	0,001**	0,001**	0,001**	

⁺Kruskal Wallis Test

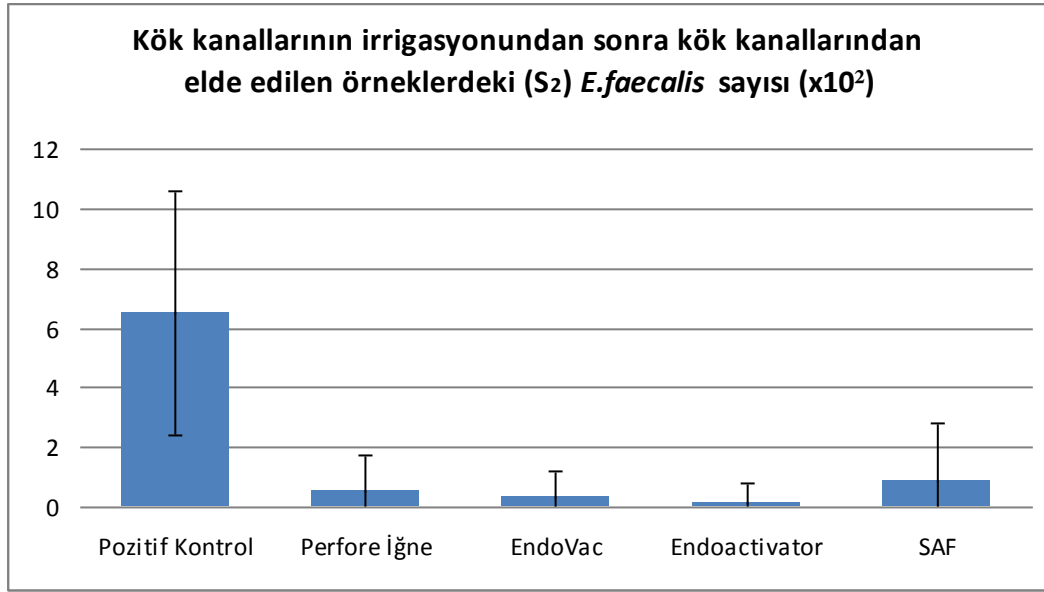
⁺⁺ Wilcoxon sign test

** p<0.01



Şekil. 1. S₁'deki ortalama bakteri sayıları

Kök kanallarına *E. faecalis* ekimi sonrası kök kanallarından alınan örneklerde (S₁) bulunan ortalama bakteri sayıları değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$) ($p=0,780$) (Tablo 7) (Şekil1).



Şekil 2. S₂'deki ortalama bakteri sayıları

İrrigasyon sonrası kök kanallarından alınan örneklerde (S₂) bulunan ortalama bakteri sayıları değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık bulunmaktadır. ($p<0.01$) ($p=0,001$) (Tablo 7) (Şekil 2).

Tablo 8: Deney ve kontrol gruplarındaki örneklerden elde edilen *E. faecalis* değerlerinin Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U testi ile ikili karşılaştırılması

	Birinci Ölçüm	İkinci Ölçüm
	(S ₁)	(S ₂)
	p	p
Pozitif Kontrol/ Perfore İğne	0,256	0,001*
Pozitif Kontrol/ EndoVac	0,330	0,001*
Pozitif Kontrol/ Endoactivator	0,330	0,001*
Pozitif Kontrol/ SAF	0,330	0,001*
Perfore İğne / EndoVac	0,946	0,638
Perfore İğne / Endoactivator	0,675	0,165
Perfore İğne / SAF	0,935	0,670
EndoVac / Endoactivator	0,882	0,323
EndoVac / SAF	0,829	0,394
Endoactivator / SAF	0,946	0,082

* $p < 0.005$

Pozitif kontrol grubunda irrigasyon sonrası kök kanallarında bulunan bakteri sayısı, Perfore iğne, EndoVac, EndoActivator ve SAF gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0.005$) ($p = 0,001$). Diğer gruplar arasında irrigasyon sonrasında kök kanallarında bulunan bakteri sayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 8).

Tablo 9: Grupların kök kanallarına *E. faecalis* ekilmesinden sonra kanallarda bulunan bakteri sayısına (S₁) göre irrigasyon sonrası kanallarda bulunan bakteri sayılarında (S₂) görülen azalma yüzdesinin değerlendirilmesi (x10²)

	S ₁ 'e göre S ₂ 'deki azalma yüzdeleri		KW	p
	Ort±SS	Medyan (IQR)		
Pozitif Kontrol	96,39±4,21	97,74 (95,91-98,53)		
Perfore İğne	99,04±2,60	100 (100-100)	49,057	0,001**
EndoVac	99,53±1,18	100 (100-100)		
EndoActivator	99,92±0,35	100 (100-100)		
SAF	99,17±1,99	100 (99,82-100)		

Kruskal Wallis Test ** $p < 0.01$

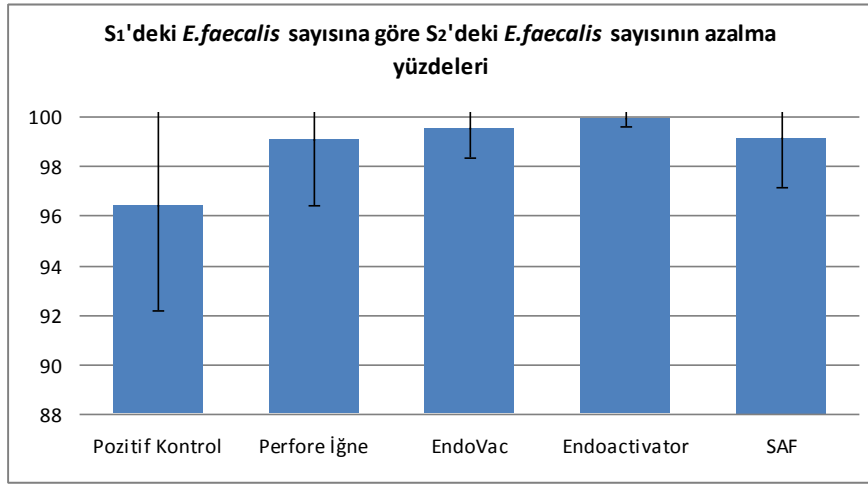
Pozitif Kontrol grubunda; kök kanallarına *E. faecalis* ekimi sonrası bulunan ortalama bakteri sayıları ile karşılaştırıldığında irrigasyon sonrası kök kanallarında bulunan ortalama bakteri sayılarında (S₂) görülen azalma yüzdeleri istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$) ($p = 0.001$) (Tablo 9).

Perfore iğne grubunda; kök kanallarına *E. faecalis* ekimi sonrası bulunan ortalama bakteri sayıları ile karşılaştırıldığında irrigasyon sonrası kök kanallarında bulunan ortalama bakteri sayılarında (S₂) görülen azalma yüzdeleri istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$) ($p = 0.001$) (Tablo 9).

EndoVac grubunda; kök kanallarına *E. faecalis* ekimi sonrası bulunan ortalama bakteri sayıları ile karşılaştırıldığında irrigasyon sonrası kök kanallarında bulunan ortalama bakteri sayılarında (S₂) görülen azalma yüzdeleri istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$) ($p = 0.001$) (Tablo 9).

EndoActivator grubunda; kök kanallarına *E. faecalis* ekimi sonrası bulunan ortalama bakteri sayıları ile karşılaştırıldığında irrigasyon sonrası kök kanallarında bulunan ortalama bakteri sayılarında (S₂) görülen azalma yüzdeleri istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$) ($p = 0.001$) (Tablo 9).

SAF grubunda; kök kanallarına *E. faecalis* ekimi sonrası bulunan ortalama bakteri sayıları ile karşılaştırıldığında irrigasyon sonrası kök kanallarında bulunan ortalama bakteri sayılarında (S₂) görülen azalma yüzdeleri istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur (p<0.01) (p=0.001) (Tablo 9).



Şekil 3. S₁'e göre S₂'deki azalma yüzdeleri

Grupların kök kanallarına *E. faecalis* ekimi sonrası kök kanallarında bulunan ortalama bakteri sayılarına göre irrigasyon sonrası kök kanallarında bulunan ortalama bakteri sayılarında görülen azalma yüzdeleri arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık bulunmaktadır (p<0.01) (p=0.001) (Tablo 9) (Şekil 3).

Tablo 10: Deney ve kontrol gruplarındaki örneklerden elde edilen *E. faecalis* değerlerinin Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U test ile gruplarda azalma yüzdelerinin ikili karşılaştırma sonuçları

	Azalma Yüzdesi
	p
Pozitif Kontrol/ Perfore İğne	0,001*
Pozitif Kontrol/ EndoVac	0,001*
Pozitif Kontrol/ EndoActivator	0,001*
Pozitif Kontrol/ SAF	0,001*
Perfore İğne / EndoVac	0,683
Perfore İğne / EndoActivator	0,158
Perfore İğne / SAF	0,796
EndoVac/ EndoActivator	0,264
EndoVac / SAF	0,450
EndoActivator / SAF	0,078

* $p < 0.005$

Pozitif kontrol grubunda bakteri sayısında görülen azalma yüzdesi; Perfore iğne, EndoVac, EndoActivator ve SAF gruplarından anlamlı derecede düşüktür ($p < 0.005$). Diğer gruplar arasında irrigasyon sonrasında kök kanallarındaki bakteri sayılarında görülen azalma yüzdeleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 10).

5. TARTIŞMA

Endodontik tedavinin başarılı olabilmesi için vital ve nekrotik pulpa artıklarının, mikroorganizmaların ve mikroorganizma toksinlerinin kök kanalından uzaklaştırılması gerekmektedir (4,188). Kök kanal anatomisinin karmaşık yapısı kemomekanik preparasyonla kök kanalının bütünüyle temizlenmesini mümkün kılmamaktadır (5,8,9). Döner alet sistemlerinin eğeleri de kanalın merkezinde etkili olup farklı anatomik yapıların varlığında etkin bir temizleme gerçekleştirememektedir (13,14,15,16,126,189,190). Anatomik düzensizliklerde biriken debris, mikroorganizmalar ve artıkları kök kanal dolgusunun kanal duvarlarına sızdırmaz bir şekilde bağlanmasına engel olur ve kalıcı periradiküler enfeksiyonlar için zemin oluşturur (7,17,18,191,192). Kök kanallarını irrigasyonda kullanılan solüsyonlar; etkinliklerini arttırmak amacıyla sıcaklıklarının artırılması ya da yüzey aktif maddeler ilave edilmesi gibi işlemlere tabi tutulsalar da ideal bir irrigasyon solüsyonu henüz elde edilememiştir (193,194,195,196,197,198). İrrigasyon solüsyonlarının kök kanalı boyunca bütün kanal duvarları ile temas etmesi etkin bir irrigasyon için şarttır (199,200).

Kök kanal anatomisindeki düzensizlikler ve ideal irrigasyon solüsyonun bulunamayışı farklı irrigasyon sistemlerinin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur (201). İrrigasyon sistemleri manuel ve makine destekli sistemler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır: Yandan delikli iğne, fırçalar ve güta-perka konlarının kullanıldığı sistemler manuel sistemler grubunda yer alırken; EndoActivator, EndoVac, SAF gibi aletler makine destekli irrigasyon sistemleri sınıfına dahildir (82).

Kök kanallarında, irrigasyon sistemlerinin ve irrigasyon solüsyonlarının antibakteriyal etkinliklerinin araştırıldığı in vitro çalışmalarda çekilmiş insan dişleri (22,24,25,138,202) çekilmiş sığır dişleri (203,205,206,207,208) ya da akrilik bloklar (21) kullanılabilir. Grundling ve ark. (2011) ultrasoniklerin *E. faecalis* biofilm üzerindeki antibakteriyal etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında sığır dişi kullanmışlardır. Sığır dişi kullanmalarının nedenini; dentin kanallarının insan dişine göre çok daha büyük olması ve böylece kök kanalındaki bakteri kolonizasyonunun

SEM’de daha rahat görülebilmesi olarak açıklamışlardır (203). Townsend ve ark. (2009) irrigasyon sistemlerinin kök kanalındaki bakterileri uzaklaştırmadaki etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında plastik rezin bloklar kullanmışlardır. Plastik rezin blok kullanmalarının nedenini standardizasyonun kolay sağlanabilmesi olarak açıklamışlardır (21).

Bu çalışmada çürük, kök rezorbsiyonu, kalsifikasyon, çatlak-kırık içermeyen tek köklü insan dişleri kullanılmıştır. Sığır dişi kullanılmamasının nedeni SEM’de *E. faecalis* kolonizasyonunun rahatlıkla izlenebilmesidir. Akrilik rezin blok kullanılmamasının nedeni standardizasyonun daha kolay sağlanabilir olmasına karşın dentinin pürüzlü yapısının ve dentin kanalcıklarının rezin bloklarda taklit edilemeyecek olmasıdır.

Çalışmalarda tek köklü dişlerin aynı zamanda tek kanallı olduğunu da belirlemek amacıyla dişlerden hem mezyo-distal hem de bukko-palatinal yönlerden radyografiler alınmıştır (22,24,25). Bu çalışmada da dişlerden mezyo-distal ve bukko-palatinal yönde radyografiler alınarak dişlerin tek kanallı oldukları belirlenmiş, tek kanallı olmayan 26 adet diş çalışmadan çıkarılarak yerlerine yenileri dahil edilmiştir.

Miller ve ark. (2010) çalışmalarında kullanacakları dişleri 30 dakika %5.25’lik NaOCl’de, Pasqualini ve ark. (2010) ise 60 dakika %5’lik NaOCl’de bekletmişler ve kök yüzeylerindeki diştaşları ve yumuşak dokuları uzaklaştırdıktan sonra dişleri serum fizyolojikte muhafaza etmişlerdir (25,26). Bu çalışmada da çekilmiş dişler 60 dakika %5’lik NaOCl’de bekletildikten sonra kök yüzeylerindeki diştaşları ve yumuşak dokular uzaklaştırıldıktan sonra dişler çalışma sürecine kadar serum fizyolojikte muhafaza edilmiştir. Böylece dişlerin kuruması ve bunun sonucunda dişlerde çatlakların oluşumu engellenmiştir. Dişlerde meydana gelebilecek çatlaklar sızıntıya neden olacağından mikrobiyolojik çalışmaların sonuçlarını olumsuz etkileyecektir.

Yapılan çalışmalarda çekilmiş dişler boylarının standardizasyonu amacıyla ya korondan aşındırılmış (22,25) ya da mine-sement hududundan kuron kısmı uzaklaştırılmıştır (26,138). Bu çalışmada kök kanalında çoğalan bakteriler paper pointle alınacağı için, yalancı pozitif ya da negatif yanıt oluşmasını engellemek ve giriş kavitesi

faktörünü elimine etmek amacıyla, dişlerin kuron kısmı mine-sement hududundan uzaklaştırılmıştır.

Pasqualini ve ark. (2010), Miller ve ark. (2010); dişlerin çalışma uzunluklarını 10 numara K-File'in ucunun mikroskop altında görünmesiyle belirlemişlerdir. Bu çalışmada da 10 ya da 15 numaralı K-file'in ucu mikroskop altında X10'luk büyütmede görünmesiyle belirlenmiştir (25,26). Bu yöntemin fizyolojik foramen apikalenin hasara uğratılmadan şekillendirme yapılmasına fayda sağladığı ve bu sayede klinik durumları daha iyi saptadığımız düşüncesindeyiz.

Mikrobiyolojik incelemeler yapılan çalışmalarda apikalden bakteri sızıntısını önlemek amacıyla foramen apikale kapatılmaktadır (22,24,209). Çalışmamızda da apikalden bakteri sızıntısı olmasını engellemek amacıyla şekillendirme öncesinde kompozit rezinle foramen apikale kapatılmıştır.

Çalışmalarda çekilmiş dişler, gruplandırılabilmeleri ve kolaylıkla tutularak şekillendirilebilmeleri için siyanoakrilatla beraber tüplere ya da polyvinilsiloksan esaslı ölçü maddelerinin içine gömülmüştür (22,25,26,138). Bu çalışmada da sterilizasyon ve inkübatör koşullarına dayanıklı olması ve sızdırmazlık sağlanması açısından dişler soğuk pembe akrilik içine gömülmüştür.

Brito ve ark. (2009), Siqueira ve ark. (2010) kök kanallarından birinci örnekleri (S1) almadan önce çekilmiş insan dişlerine ait kanalları #25 no'lu K-file'a kadar genişletmişler, genişletme sırasında çeşme suyu kullanmışlardır (22,23). Grundling ve ark. (2011) ise çekilmiş sığır dişlerinin kök kanal genişliğine uygun olarak, dişleri #60 no'lu K-File'a kadar genişletmişler, genişletme sırasında ise %2'lik NaOCl kullanmışlardır (203). Çalışmamızda kök kanal ağızları önce 2 ve 3 numara Gates Glidden frezler ile genişletilmiş, daha sonra #30 K-file'a kadar kök kanalları genişletilmiştir. S1 öncesinde uyguladığımız kök kanallarını genişletme protokolü pilot çalışmamız sırasında belirlenmiş ve bu nedenle #30 K-file'a kadar genişletme yapılmıştır. Kök kanalları yeterince genişletilmediğinde mikroorganizmaların kanallara ekilmesinin ve kanallarda çoğalmalarının mümkün olmadığı ve bu nedenle elde

edilemedikleri görülmüştür. Genişletme sırasında hiçbir antibakteriyal etkisi olmayan serum fizyolojik kullanılmıştır.

Çekilmiş dişlerle yapılan mikrobiyoloji çalışmalarında kök kanallarına mikroorganizma ekimi öncesinde dişler otoklavlanarak (21,22,24,25,138,203,210) ya da dişlerde sıcaklık artışına neden olmayan etilen oksit gazı (40) kullanılarak sterilizasyonları sağlanmaktadır. Bu çalışmada da dişler 121°C’de 30 dakika otoklavlanarak sterilizasyonları sağlanmıştır.

Çalışmalarda kök kanallarını enfekte etmek için inatçı endodontik lezyonlu dişlere ait kök kanallarında sıklıkla bulunan, dentin kanallarına penetre olabilen, farklı çevre koşullarına uyum sağlayarak yaşayabilen *E. faecalis* tercih edilmiştir (43,75,211,212,213). Bu çalışmada da *E. faecalis* tercih edilmesi aynı sebeplere dayanmaktadır. Bu çalışma *E. faecalis* biofilmleri üzerinde planlanmış olmasına rağmen deneysel koşullarda her zaman biofilm elde etmenin güç oluşu, bunun her diş için kanıtlanması gerekliliği, bu çalışmaların tartışmaya açık bir yanı olduğu için biofilm bakterileri üretilmesinden vazgeçilmiştir.

Çalışmalarda *E. faecalis*’in kök kanallarında biofilm oluşturması için gereken sürede herhangi bir fikir birliği bulunmamaktadır. Bazı çalışmalarda 24 saat (214,215,216,217) bazılarında 48 saat (218) ya da 72 saat (138) , bazılarında 21 gün (32) ya da 6 hafta (219) ve hatta 50 gün (203) süre ile beklenmesi gerektiği iddia edilmektedir. Brito ve ark. (2009) *E. faecalis*’in kolonizasyonu için 7 gün süre ile beklemiş; 1,4 ve 6. günlerde kanallara taze besiyeri (TSB) ilave etmiştir. Biofilm oluşturma süresinde literatürde herhangi bir fikir birliği olmadığından bu çalışmada da kök kanallarında biofilm oluşturmak yerine *E. faecalis*’in kolonize olması hedeflenmiş ve Brito ve ark. (2009)’ın çalışmasında izledikleri yol izlenmiştir.

İrrigasyon yöntemlerinin antibakteriyal etkinliklerinin kıyaslandığı çalışmalarda *E. faecalis*’in kök kanallarına ekilmesinden sonra mikroorganizmaların kolonizasyonunun doğrulanması açısından kök kanallarına SEM’de bakılması tercih edilmektedir (22,23,202) Siqueira ve ark. (2010) 44 adet çekilmiş dişin 4 tanesini kök kanallarına ettikleri *E. faecalis*’in bakteri kolonizasyonunu ve biofilm oluşumunu

doğrulamak amacıyla SEM görüntülemesinde kullanmışlardır. Dişleri %10'luk tamponlanmış formalinde fikse ettikten sonra uzunlamasına keserek yükselen ethanol konsantrasyonlarında kurutmuşlar, CO₂ ile dehidrate ettikten sonra altın tozları ile kaplayarak SEM'de incelemişlerdir (23). Bu çalışmada 105 adet dişten 5 tanesi uzunlamasına kesilip tamponlanmış formalinde fikse edilerek yükselen konsantrasyonda ethanolde yıkanmış, etüvde kurutulan dişler altın kaplama cihazı ile kaplanarak SEM'de incelenmiştir. SEM görüntülerinde bakteri kolonizasyonu doğrulanmıştır. Bu çalışmada da bakteri kolonizasyonunu doğrulamak amacıyla artık standart bir yöntem olarak kabul edilen SEM görüntülemesinden yararlanılmıştır.

Kök kanallarına mikroorganizma ekiminden sonra ve irrigasyon protokolünün uygulanmasından önce dişlerden örnek (S₁) alınacaksa paper pointlerle örnek alınması tercih edilmektedir. Siqueira ve ark. (2010) ve Brito ve ark. (2009) 1ml serum fizyolojik ile ıslattıkları kök kanallarından çalışma uzunluğunda yerleştirdikleri ve 1'er dakika beklettikleri 3-5 adet paper pointle örnek almışlar ve paper pointleri daha sonra 1 ml serum içeren tüplere yerleştirerek vortexlemişlerdir (22,23). Bu çalışmada da kanal ağızlarından geçici dolgu maddesi uzaklaştırıldıktan sonra kanalların içi steril mikropipetler aracılığıyla serum fizyolojik ile ıslatılmıştır. 3'er adet 25 numaralı paper point birer dakika bekletilmek üzere arda arda kök kanallarına yerleştirilmiştir. Daha sonra paper pointler 1 ml serum fizyolojik içeren dişlerin grup numaraları üzerlerine kaydedilen ependorf tüplerine yerleştirilmiştir. Ependorf tüpleri bakteriyel süspansiyonun paper pointten seruma dökülmesi için birer dakika vortexlenmiştir. Kök kanallarından paper pointlerle örnek alınırken bakteriyel süspansiyonun paper pointe geçmesinde sıkıntılar yaşanabilirse de diğer yöntemlerle kıyaslandığında bu olumsuzluk göz ardı edilebilir olarak düşünülerek paper pointle örnek alınması uygun görülmüştür.

Kanallardan irrigasyon öncesinde ya da sonrasında alınan örneklerden bakteri sayımı yapılabilmesi için örneklerin dilüe edilmesi gerekmektedir (22,25,23). Pilot çalışmamızda çoklu dilüsyonlar neticesinde bakteri sayısının irrigasyon sonrasında alınan örneklerde çok az ya da hiç olmadığı görüldüğünden çalışmamızda alınan örnekler 1 kez dilüe edilmiş ve bakteri sayısı CFU (colony form units) cinsinden hesaplanmıştır.

E. faecalis üzerindeki antibakteriyal etkinin araştırıldığı pek çok çalışmada NaOCl farklı konsantrasyonlarda kullanılmıştır (22,23,24,25,138). Bu çalışmada NaOCl'in antimikrobiyal etkinliğinin içerdiği aktif klorin miktarına bağlı olduğu ve organik doku varlığında klorin miktarının azaldığı göz önünde bulundurularak ve çalışma doğal dişler üzerinde yapıldığı için %5'lik NaOCl kullanılması tercih edilmiştir.

Bu çalışmada kök kanalları S₂ öncesi şekillendirmede Protaper F₄'e kadar genişletilmiştir. Bunun sebebi kullanılan sistemlerden EndoVac'ın mikro kanülünün çapının 0.32 mm olmasıdır. Dolayısıyla kanalların apikal çapının en az 0.35 mm olacak şekilde hazırlanması gerekmektedir (22,25,220,184). Tüm gruplarda standardizasyonun sağlanması amacıyla yapılmıştır. Ayrıca irrigasyonun etkili yapılabilmesi için kanal çapının yeterli olması da gereklidir. #35'ten daha az apikal çaplarda irrigasyon solüsyonlarının apikal 1/3'e ulaşmaları önemli ölçüde güçleşmektedir.

Brito ve ark. (2009) ve Siqueira ve ark. (2010) çalışmalarında kök kanallarını S₁ öncesinde genişletmişler, daha sonra irrigasyon protokolünü uygularken de S₂ öncesinde de genişletmişlerdir (22,23). Çalışmamızda da S₁ öncesi kanallar #30 numaralı K-file'a kadar genişletilmiş, irrigasyon protokolü uygulanırken S₂ öncesinde de Protaper F₄'e kadar genişletilmiştir. Kanalların S₁ öncesinde #30 numaralı K-file'a kadar genişletilmesinin nedeni pilot çalışmamızın sonuçları doğrultusunda *E. faecalis* ekimi sırasında kök kanallarının yeterli genişliğe sahip olması gerekliliğidir. S₂ öncesinde genişletmeye devam etmemizin nedeni endodonti pratiğinde irrigasyonun tek başına değil şekillendirmeye beraber yapıyor olmasıdır.

EndoActivator kullanılan çalışmalarda firma önerisi doğrultusunda aletin ucu çalışma uzunluğundan 2mm geride kullanılmış, uçlar apikal çapla temas etmeyecek boyutta seçilmiştir (137,162,221). Çalışmamızda da EndoActivator çalışma uzunluğundan 2 mm geride, 10.000 cpm'de ve Protaper F₄'ün çapına uygun olarak 25.04 EndoActivator uç ile kullanılmıştır.

SAF'ın antibakteriyal etkinliği ile ilgili çalışmalar aynı solüsyonun farklı konsantrasyonlarda SAF ile beraber kullanımı ya da SAF ve diğer Ni-ti döner alet eğelerinin kıyaslanması şeklinde yapılmıştır (23,24,210). Çalışmamızda ise

standardizasyonu sağlama adına tüm gruplardaki dişler Protaper eğelerle genişletilmiş, SAF ise irrigasyon amacıyla kullanılmıştır.

Miller ve ark. (2010) ve Brito ve ark. (2009) EndoVac ile ilgili protokolü firmanın önerdiği doğrultuda uygulamışlardır. Çalışmamızda da Miller ve ark. (2010) ve Brito ve ark. (2009)'ın çalışmaları dikkate alınmıştır (22,25). Ana taşıyıcı uç, Makro kanül ve Mikro kanül aynı döngüyle kullanılmış, tüm deney gruplarında kullanılan solüsyon miktarı ve süre EndoVac grubunda da aynı olacak şekilde irrigasyon protokolüne dağıtılmıştır.

Çalışmalarda kök kanallarındaki bakterilerin sayısı tayin edilirken kanallardan paper pointlerle örnekler alınarak “dilüsyonla sayma yöntemi”, pulvarizasyon sonrası “dilüsyonla sayma yöntemi”, kültürlerin bulanıklığı doğrultusunda bakteri sayısının belirlendiği “türbidimetrik metod” (spektrofotometre), SEM ve CLSM kullanılmıştır (21,22,23,24,25,30,138).

Pulvarizasyon sonrası “dilüsyonla sayma yöntemi”nde, örnek dişlerin kökleri pulvarize¹ edildikten sonra, elde edilen dentin tozları serum içeren ependorf tüplerine konulmaktadır. Tüpler vortex cihazı ile çalkalandıktan sonra içerinden paper pointler ile örnek alınarak “dilüsyonla sayma yöntemi”ne göre ölçümler yapılmaktadır. Pulvarizasyon yönteminin kullanılmasının amacı sadece ana kanallardaki değil aynı zamanda anatomik farklılıklardaki ve dentin kanallarındaki mikroorganizmaları da elde etmektir (25). Çalışmamızda pulvarizasyon sonrası “dilüsyonla sayma yöntemi” tercih edilmemesinin nedeni dondurup- pulvarize etme yönteminde kökün dış yüzeyinin sterilliğinin sağlanabilirliğindeki ve köklerin mikroskopik düzeyde parçalanabilirliğindeki soru işaretidir. Kökün dış yüzeyindeki mikroorganizmalar, petri kutularında kontaminasyona neden olacaktır.

Sıvı besiyerlerindeki bulanıklığı tayin etmek için fotoelektrik türbidimetre (veya spektrofotometre) kullanılmaktadır. Bu aletin esası ışık üzerine kurulmuştur. Bir ortam ne kadar berrak olursa, o kadar fazla ve ne kadar bulanık olursa, o kadar az ışık geçirir. Bulanıklık sayesinde de üremenin meydana gelip gelmediği ve derecesi öğrenilmektedir

¹ Pulvarizasyon: Köklerin dondurulup daha sonra parçalanması

(21). Bu çalışmada spektrofotometre kullanılmamasının nedeni bu yöntemle bakteri sayısının nicel değerlerle ifade edilememesidir.

Kök kanallarında biofilm oluşumu sağlandığında SEM, hidroksiapatit diskleri gibi düz yüzeylerde biofilm oluşumu sağlandığında CLSM kullanılmaktadır. SEM kullanıldığında kanal duvarlarındaki biofilm bakterilerinin kapladığı alanlar mukayese edilerek, CLSM’de ise hidroksiapatit diskleri gibi düz yüzeylerde lazer desteği ile biofilmin canlı ve ölü bakterilerinin, buldukları yüzeye ve birbirlerine oranları tespit edilebilmektedir. Çalışmamızda SEM kök kanallarında *E. faecalis*’in oluşup oluşmadığını tespit etmek için kullanılmış, biofilm oluşumu sağlanmadığından *E. faecalis*’in miktarını belirlemede CLSM kullanılmamıştır. (30,138).

Birçok çalışmada paper pointle kök kanallarından örnek alınarak “dilüsyonla sayma yöntemi” tercih edilmiştir (22,23,24). Yöntem uygulanabilirliği açısından oldukça basit bir yöntem olup diğer yöntemlerin dezavantajları düşünüldüğünde çalışmamız için en uygun yöntem olarak belirlenmiştir.

İrrigasyonu NaOCl ile tamamlanan dişlerden paper point ile örnek alınması işleminden önce NaOCl’in nötralizasyonu için kök kanalları sodyum tiosulfat ya da sadece serum fizyolojikle yıkanmaktadır (22,23,24,210). Çalışmamızda da kök kanallarının irrigasyonu NaOCl ile tamamlanmış ve NaOCl’in nötralizasyonu için sodyum tiosulfat kullanılmıştır. Bu sayede kök kanallarından S₂ örneği alınmadan önce NaOCl ortamdan uzaklaştırılmış, etkisinin istenilen sürenin üzerine çıkması engellenmiştir. Bu işlem ile yalancı negatif sonuçlar elde edilmesi önlenmeye çalışılmıştır.

Kök kanallarından paper pointler ile S₂ örnekleri alınması sırasında paper pointin bütünüyle kanal duvarlarına temas edemeyeceği göz önünde bulundurularak yalancı negatif yanıt alma ihtimalini en aza indirmek amacıyla paper point yerleştirilmeden önce kanal duvarları kanal eğeleri ile eğelenmektedir (22,23,210). Bu sayede kök kanalı yüzeyinde mevcut olabilecek mikroorganizmaların kök kanalı boşluğuna dökülmesi hedeflenmektedir. Bu çalışmada da kök kanallarının irrigasyonu tamamlandıktan sonra serum fizyolojik ile doldurulup paper point ile örnek almadan önce #35 no’lu H-File ile eğeleme yapılarak olası bakteri artıklarının kök kanalına dökülmesi hedeflenmiştir.

Çalışmamızda örnek dişlerin köklerinin boyları *E.faecalis*'in benzer miktarlarda ekimi ve irrigasyon sistemleri ile kullanılacak solüsyonların benzer penetrasyon derinliğine ulaşmasını sağlayacak şekilde standardize edilmiş ve aynı uzunlukta sabitlenmiştir. Örnek dişlerin uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p=0.0993$).

E.faecalis ekimi sonrası grupların kök kanallarından elde edilen örneklerde (S_1) oluşan ortalama bakteri sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaması ($p=0.780$) ($p>0.05$) (Tablo 2) *E.faecalis*'in dişlere homojen biçimde ekildiğini, standardizasyonun sağlanabildiğini göstermektedir.

İrrigasyon sonrası grupların kök kanallarından elde edilen örneklerde (S_2) oluşan ortalama bakteri sayıları arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık bulunması, ($p=0.001$) ($p<0.01$) (Tablo 2), irrigasyon işlemleri sonrasında kök kanallarından elde edilen örneklerden (S_2) farklı değerler elde edildiğini göstermektedir.

Grupların Mann Whitney U testi ile ikili karşılaştırmalı olarak değerlendirilmelerinde (Tablo 3), pozitif kontrol grubunda irrigasyon sonrası kök kanallarında oluşan bakteri sayısı; yandan delikli iğne, EndoVac, EndoActivator ve SAF gruplarından anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0.001$) ($p<0.005$). Pozitif kontrol grubuna ait olan bu sonuç irrigasyon solüsyonu olarak antibakteriyal etkinliği bulunmayan serum fizyolojik kullanılmasına, NaOCl ve EDTA kullanılmamasına bağlanmaktadır. Deney gruplarının ikili karşılaştırılmalarında S_2 'deki bakteri sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Aynı sürede ve aynı hacimde irrigasyon solüsyonu kullanılan bu gruplarda, irrigasyon solüsyonları yeterli etkiyi gösterebilmiştir. Dolayısıyla kullanılan irrigasyon sistemlerinden birinin diğerinden üstün olduğu söylenemez.

Grupların kök kanallarına *E. faecalis* ekimi sonrası kanallardan elde edilen örneklerde (S_1) oluşan ortalama bakteri sayılarına göre, irrigasyon sonrası kanallardan elde edilen örneklerde (S_2) oluşan ortalama bakteri sayılarında görülen azalma yüzdeleri (Şekil 3) arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık bulunmaktadır. ($p<0.01$) ($p=0.001$) (Tablo 4). İrrigasyon solüsyonunun cinsine ve irrigasyon yöntemine

bağlı olmaksızın tüm grupların azalma yüzdeleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4).

Benforroni Düzeltmeli Mann Whitney U Test ile gruplarda S₁- S₂ arasında görülen azalma yüzdelerinin ikili karşılaştırma sonuçlarına göre, pozitif kontrol grubunda bakteri sayısında görülen azalma yüzdesi; Perfore iğne, EndoVac, EndoActivator ve SAF gruplarından anlamlı şekilde düşüktür (p<0.005) (Tablo 5). Deney gruplarının ikili karşılaştırmalarında S₁-S₂ arasındaki azalma yüzdelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Dolayısıyla kullanılan irrigasyon sistemlerini antibakteriyal etkinlik açısından herhangi biri diğerinden üstün bulunmamaktadır (Tablo 5). S₁- S₂ arasında görülen azalma yüzdeleri: pozitif kontrol grubunda %96.39, yandan delikli iğne grubunda %99.04, EndoVac grubunda %99.53, EndoActivator grubunda %99.92 ve SAF grubunda %99.17'dir. Deney gruplarının antibakteriyal etkinliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamasının yanı sıra sayısal değerlere bakıldığında S₁-S₂ arasında en fazla azalma yüzdesine sahip grubun EndoActivator grubu olduğu görülmektedir.

6. SONUÇLAR

1. *E. faecalis* ekimi sonrası kök kanallarından alınan örneklerde (S₁) oluşan ortalama bakteri sayıları değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$) ($p=0,780$).

2. İrrigasyon sonrası kök kanallarından alınan örneklerde (S₂) oluşan ortalama bakteri sayıları değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık bulunmaktadır. ($p<0.01$) ($p=0,001$).

3. Pozitif kontrol grubunda irrigasyon sonrası kök kanallarında oluşan bakteri sayısı, Perfore iğne, EndoVac, EndoActivator ve SAF gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.005$) ($p=0,001$). Diğer gruplar arasında irrigasyon sonrasında kök kanallarında oluşan bakteri sayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$) .

4. *E. faecalis* ekimi sonrası kök kanallarında oluşan ortalama bakteri sayılarına göre irrigasyon sonrası kanallarda oluşan ortalama bakteri sayılarında görülen azalma yüzdeleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.01$) ($p=0.001$).

5. Pozitif kontrol grubunda bakteri sayısında görülen azalma yüzdesi; Perfore iğne, EndoVac, EndoActivator ve SAF gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p<0.005$). Diğer gruplar arasında yıkama sonrasında kök kanallarındaki bakteri sayılarında görülen azalma yüzdeleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

7. KAYNAKLAR

1. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 20:340-349, 1965.
2. Huffaker S.D, Safavi K, Spangberg L.S.W, Kaufman B. Influence of a passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal systems: a clinical study. *J Endod*, 36:1315-1318, 2010.
3. Lin LM, Pascon EA, Skribner J, Gangler P, Langeland K. Clinical, radiographic and histologic study of endodontic treatment failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 71:603-611, 1991.
4. Siqueira JF, Roças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod*, 34:1291-1301, 2008.
5. Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod*, 16:498-504, 1990.
6. Peters OA, Koka RS. *Ingle's Endodontics*. People Medical Publishing House, p:877-991, 2008.
7. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 58: 589-599, 1984.
8. Gutartz R, Nusstein J, Reader A, Beck M. *in vivo* debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod*, 31:166-170, 2005.

9. Cunningham WT, Martin H. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 53: 527-531, 1982.
10. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* 94:658-666, 2002.
11. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res,* 89: 321-328, 1981.
12. Pataky L, Iványi I, Grigár A, Fazekas A. Antimicrobial efficacy of various root canal preparation techniques: an *in vitro* comparative study. *J Endod,* 28:603-5, 2002.
13. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod,* 30: 559-567, 2004.
14. Walton RE, Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod,* 2: 304-311, 1976.
15. Gutierrez JH, Garcia J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol,* 25: 108-116, 1968.
16. Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int Endod J,* 36: 218-224, 2003.
17. Wollard RR, Brough SO, Maggio J, Seltzer S. Scanning electron microscopic examination of root canal filling materials. *J Endod,* 2:98-110, 1976.

18. Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int Endod J*, 35:527-535, 2002.
19. Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J*, 4: 187-196, 1982.
20. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod*, 1: 477-483, 1984.
21. Townsend C, Maki J. An *in vitro* comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated canal. *J Endod*, 35:1040-1043, 2009.
22. Brito PR, Souza LC, Machado de Oliveira JC, Alves FR, De-Deus G, Lopes HP, Siqueira JF Jr. Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations: an *in vitro* study. *J Endod*, 35:1422-1427, 2009.
23. Siqueira JF Jr, Alves FR, Almeida BM, de Oliveira JC, Rôças IN. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. *J Endod*, 36:1860-1865, 2010.
24. Alves FR, Almeida BM, Neves MA, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Time-dependent antibacterial effects of the self-adjusting file used with two sodium hypochlorite concentrations. *J Endod*, 37:1451-5, 2011.
25. Miller TA, Baumgartner JC. Comparison of the antimicrobial efficacy of irrigation using the EndoVac to endodontic needle delivery. *J Endod*, 36:509-511, 2010.
26. Pasqualini D, Cuffini AM, Scotti N, Mandras N, Scalas D, Pera F, Berutti E. Comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of a 5% sodium hypochlorite subsonic-activated solution. *J Endod*, 36:1358-1360, 2010.

27. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, 18:269-296,1974.
28. Saboia-Dantas CJ, Coutrin de Toledo LF, Sampaio-Filho HR, Siqueira JF Jr. Herpes viruses in asymptomatic apical periodontitis lesions:an immunohistochemical approach. *Oral Microbiol Immunol*, 22:320-325, 2007.
29. Vianna ME, Conrads G, Gomes BP, Horz HP. Identification and quantification of archaea involved in primary endodontic infections. *J Clin Microbiol* , 44:1274-1282, 2006.
30. Siqueira JF Jr, Sen BH. Fungi in endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 97:632-641, 2004.
31. Slots J, Sabeti M, Simon JH. Herpesviruses in periapical pathosis: an etiopathogenic relationship? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96:327-331, 2003.
32. Waltimo TM, Sen BH, Meurman JH, Ørstavik D, Haapasalo MP. Yeasts in apical periodontitis. *Crit Rev Oral Biol Med*. 14:128-137, 2003.
33. Ramachandran Nair PN. Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *J Endod*, 13:29-39, 1987.
34. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Lopes HP. Patterns of microbial colonization in primary root canal infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 93:174-178, 2002.
35. Molven O, Olsen I, Kerekes K. Scanning electron microscopy of bacteria in the apical part of root canals in permanent teeth with periapical lesions. *Endod Dent Traumatol*. 7:226-229, 1991.

36. Shen Y, Stojicic S, Qian W, Olsen I, Haapasalo M. The synergistic antimicrobial effect by mechanical agitation and two chlorhexidine preparations on biofilm bacteria. *J Endod*, 36:100-104, 2010.
37. Stewart PS. Theoretical aspects of antibiotic diffusion into microbial biofilms. *Antimicrob Agents Chem*, 40:2517-2522, 1996.
38. Lewis K. Riddle of biofilm resistance. *Antimicrob Agents Chemother*. 45:999-1007, 2001.
39. DeNunzio MS, Hicks ML, Pelleu GB Jr, Kingman A, Sauber JJ. Bacteriological comparison of ultrasonic and hand instrumentation of root canals in dogs. *J Endod*, 15:290-293, 1989.
40. Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ. Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *J Endod*, 29:12-14, 2003.
41. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Distinctive features of the microbiota associated with different forms of apical periodontitis. *J Oral Microbiol*, 10;1, 2009.
42. Siqueira JF Jr, Lima KC. *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus xylosus* in a secondary root canal infection with persistent symptoms: a case report. *Aust Endod J*, 28:61-63, 2002.
43. Siren EK, Haapasalo MP, Ranta K, Salmi P, Kerosuo EN. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *Int Endod J*, 30:91-95, 1997.
44. Ranta K, Haapasalo M, Ranta H. Monoinfection of root canal with *Pseudomonas aeruginosa*. *Endod Dent Traumatol*, 4:269-272, 1988.

45. Fabricius L, Dahlén G, Sundqvist G, Happonen RP, Möller AJ. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. *Eur J Oral Sci*, 114:278-285, 2006.
46. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J*, 30:297-306, 1997.
47. Waltimo T, Trope M, Haapasalo M, Ørstavik D. Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J Endod*, 31:863-866, 2005.
48. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod*, 18:625-627, 1992.
49. Rôças IN, Jung IY, Lee CY, Siqueira JF Jr. Polymerase chain reaction identification of microorganisms in previously root-filled teeth in a South Korean population. *J Endod*, 30:504-508, 2004.
50. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 97:85-94, 2004.
51. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 85:86-93, 1998.
52. Pinheiro ET, Gomes BP, Ferraz CC, Sousa EL, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *Int Endod J*, 36:1-11, 2003.
53. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod*, 35:493-502, 2009.

54. Rôças IN, Hülsmann M, Siqueira JF Jr. Microorganisms in root canal-treated teeth from a German population. *J Endod*, 34:926-931, 2008.
55. Sakamoto M, Siqueira JF Jr, Rôças IN, Benno Y. Bacterial reduction and persistence after endodontic treatment procedures. *Oral Microbiol Immunol*, 22:19-23, 2007.
56. Vianna ME, Horz HP, Gomes BP, Conrads G. *In vivo* evaluation of microbial reduction after chemo-mechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue. *Int Endod J*, 39:484-492, 2006.
57. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*, 18:35-40, 1985.
58. Siqueira JF Jr, Paiva SS, Rôças IN. Reduction in the cultivable bacterial populations in infected root canals by a chlorhexidine-based antimicrobial protocol. *J Endod*, 33:541-547, 2007.
59. Siqueira JF Jr, Magalhães KM, Rôças IN. Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% NaOCl as an irrigant and calcium hydroxide/camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. *J Endod*, 33:667-672, 2007.
60. Gomes BP, Lilley JD, Drucker DB. Variations in the susceptibilities of components of the endodontic microflora to biomechanical procedures. *Int Endod J*, 29:235-241, 1996.
61. Peciuliene V, Reynaud AH, Balciuniene I, Haapasalo M. Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. *Int Endod J*, 34:429-434, 2001.
62. Peters LB, van Winkelhoff AJ, Buijs JF, Wesselink PR. Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. *Int Endod J*, 35:13-21, 2002.
63. Chu FC, Leung WK, Tsang PC, Chow TW, Samaranayake LP. Identification of cultivable microorganisms from root canals with apical periodontitis following two-visit

endodontic treatment with antibiotics/steroid or calcium hydroxide dressings. *J Endod*, 32:17-23, 2006.

64. Siqueira JF Jr, Guimarães-Pinto T, Rôças IN. Effects of chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite and intracanal medication with calcium hydroxide on cultivable bacteria in infected root canals. *J Endod*, 33:800-805, 2007.

65. Rôças IN, Siqueira JF Jr, Aboim MC, Rosado AS. Denaturing gradient gel electrophoresis analysis of bacterial communities associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 98:741-749, 2004.

66. Blome B, Braun A, Sobarzo V, Jepsen S. Molecular identification and quantification of bacteria from endodontic infections using real-time polymerase chain reaction. *Oral Microbiol Immunol*, 23:384-390, 2008.

67. Sedgley C, Nagel A, Dahlén G, Reit C, Molander A. Real-time quantitative polymerase chain reaction and culture analyses of *Enterococcus faecalis* in root canals. *J Endod*, 32:173-177, 2006.

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

69. Sakamoto M, Siqueira JF Jr, Rôças IN, Benno Y. Molecular analysis of the root canal microbiota associated with endodontic treatment failures. *Oral Microbiol Immunol*, 23:275-281, 2008.

70. Rôças IN, Siqueira JF Jr, Santos KR. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod*, 30:315-320, 2004.

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

72. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. J Endod, 32:93-98, 2006.
73. Jett BD, Huycke MM, Gilmore MS. Virulence of enterococci. Clin Microbiol Rev, 7:462-478, 1994.
74. Nallapareddy SR, Duh RW, Singh KV, Murray BE. Molecular typing of selected *Enterococcus faecalis* isolates: pilot study using multilocus sequence typing and pulsed-field gel electrophoresis. J Clin Microbiol, 40:868-876, 2002.
75. Franz CM, Stiles ME, Schleifer KH, Holzapfel WH. Enterococci in foods--a conundrum for food safety. Int J Food Microbiol, 88:105-122, 2003.
76. Sedgley CM, Lennan SL, Clewell DB. Prevalence, phenotype and genotype of oral enterococci. Oral Microbiol Immunol, 19:95-101, 2004.
77. Zoletti GO, Siqueira JF Jr, Santos KR. Identification of *Enterococcus faecalis* in root-filled teeth with or without periradicular lesions by culture-dependent and-independent approaches. J Endod, 32:722-726, 2006.
78. Gulabivala K, Patel B, Evans G, NG Yuan-Ling. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. Endodontic Topics, 10:103-122, 2005.
79. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. J Endod, 9:475-479, 1983.
80. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. Dent Clin North Am, 54:291-312, 2010
81. Çalışkan Kemal. Endodontide tanı ve tedaviler. Nobel Tıp Kitabevleri, p:315-350, 2006.

82. Basrani B. Irrigation in endodontic treatment. *Basrani B. Alpha Omegan*, 104:18-25, 2011.
83. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J*, 58:329-341, 2008.
84. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J*, 13:113-117, 2002.
85. McDonnell G, Russell D. Antiseptics and disinfectants: activity, action and resistance. *Clin Microbiol Rev*, 12:147-179, 1999.
86. Zehnder M, Kosicki D, Luder H. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 94: 756-762, 2002.
87. Orstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol*, 6: 142-149, 1990.
88. Pashley EL. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod*, 11: 525-528, 1985.
89. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 55:307-312, 1983.
90. Byström A, Sundqvist G. The antibacterial effect of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*, 18:35-40, 1985.
91. Türkün M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J*, 30:135-142, 1997.

92. Hand RE. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod*, 4:60-64, 1978.
93. Gordon TM. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. *J Endod*, 7:466-469, 1981.
94. Senia ES. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 31:96-103, 1971.
95. Greenstein G, Berman C, Jaffin R. Chlorhexidine: an adjunct to periodontal therapy. *J Periodontol* 57:370-376, 1986.
96. Athanassiadis B, Abbott PV, Walsh LJ. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Aust Dent J*, 52:S64-S82, 2007.
97. Gomes BPFA, Souza SFC, Ferraz CCR, Teixeira F. B, Zaia A.A, Valdrighi L, Souza-Filho F.J. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine *in vitro*. *Int Endod J*, 36: 267- 275, 2003.
98. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod*, 32:389-398, 2006.
99. Kanisvaran ZM. Chlorhexidine gluconate in endodontics: an update review. *Int Dent J*, 58:247-257, 2008.
100. Spratt DA, Pratten J, Wilson M, Gulabivala K. An *in vitro* evaluation of the antimicrobial efficacy of irrigants on biofilms of root canal isolates. *Int Endod J*, 34:300-307, 2001.
101. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms *in vitro*. *J Endod*, 32:434-437, 2006.
102. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Endod*, 32:527-531, 2006.

103. Khademi AA, Mohammadi Z, Havaee A. Evaluation of the antibacterial substantivity of several intra-canal agents. *Aust Endod J*, 32:112-115, 2006.
104. Rosenthal S, Spångberg L, Safavi K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 98:488-492, 2004.
105. White RR, Hays GL, Janer LR. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod*, 23:229-231, 1997.
106. Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA, Nelson Filho P, Bonifácio KC, Ito IY. *in vivo* antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod*, 25:167-171, 1999.
107. Komorowski R, Grad H, Wu XY, Friedman S. Antimicrobial substantivity of chlorhexidine-treated bovine root dentin. *J Endod*, 26:315-317, 2000.
108. Gomes BP, Sato E, Ferraz CC, Teixeira FB, Zaia AA, Souza-Filho FJ. Evaluation of time required for recontamination of coronally sealed canals medicated with calcium hydroxide and chlorhexidine. *Int Endod J*, 36:604-609, 2003.
109. Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *Int Endod J*, 35:791-795, 2002.
110. Marley JT, Ferguson DB, Hartwell GR. Effects of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: short-term results. *J Endod*, 27:775-778, 2001.
111. Engel GT, Goodell GG, McClanahan SB. Sealer penetration and apical microleakage in smear-free dentin after a final rinse with either 70% isopropyl alcohol or Peridex. *J Endod*, 31:620-623, 2005.
112. Haapasalo HK, Sirén EK, Waltimo TM, Ørstavik D, Haapasalo MP. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an *in vitro* study. *Int Endod J*, 33:126-131, 2000.

113. Russell AD, Day MJ. Antibacterial activity of chlorhexidine. *J Hosp Infect*, 25:229-238, 1993.
114. Zamany A, Safavi K, Spangberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96:578-581, 2003.
115. Loel DA. Use of acid cleanser in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc*, 90:148-151, 1975.
116. Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA. The smear layer in endodontics. *Dent Clin North Am*, 34:13-25, 1990.
117. Haapasalo M, Orstavik D. *in vitro* infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res*, 66:1375-1379, 1987.
118. Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod*, 33:966-969, 2007.
119. Basrani BR, Manek S, Fillery E. Using diazotization to characterize the effect of heat or sodium hypochlorite on 2.0% chlorhexidine. *J Endod*, 35:1296-1299, 2009.
120. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chealation in root canal therapy reconsidered. *J Endod*, 31:817-820, 2005.
121. Rasimik BJ, Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS. Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA, *J Endod*, 34:1521-1523, 2008.
122. Li-sha Gu, Jong Ryul Kim, Jungi Ling, Kyung Kyu Choi, David H. Pashley, Franklin R.Tay. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices, *J Endod*, 35:791-804, 2009.

123. Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J. An *in vitro* evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes, *J Endod*, 21:277-280, 1995.
124. Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo), *Int Endod J*, 40:644-652, 2007.
125. Van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation, *Int Endod J*, 39:472-476, 2006.
126. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J*, 34:137-141,2001.
127. Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 99:231-252,2005.
128. Wu MK, Dummer PM, Wesselink PR. Consequences of and strategies to deal with residual post treatment root canal infection. *Int Endod J*, 39:343-356, 2006.
129. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 44:306-312, 1977.
130. O’Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod*, 26:739-743, 2000.
131. Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging *in vitro*. *Int Endod J*, 38:97-104, 2005.

132. Sedgley CM, Applegate B, Nagel A, Hall D. Real-time imaging and quantification of bioluminescent bacteria in root canals *in vitro*. J Endod, 30:893-898, 2004.
133. Moser JB, Heuer MA. Forces and efficacy in endodontic irrigation systems. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 53:425-428, 1982.
134. <http://www.tulsadentalspecialties.com/default/endodontics/activation/ProRinseIrrigationProbes.aspx>.
135. <http://maxiprobe.com/index.shtml>.
136. <http://www.kerrdental.eu/oralprophylaxis/instruments/productfamily/IrrigationProbe>.
137. Abarajithan M, Dham S, Velmurugan N, Valerian-Albuquerque D, Ballal S, Senthilkumar H. Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an *in vitro* study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 112:407-411, 2011.
138. Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, Mannocci F . The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-rooted human teeth. Int Endod J, 43:241-250, 2010.
139. Brown DC, Moore BK, Brown CE Jr, Newton CW. An *in vitro* study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. J Endod, 21:587-591, 1995.
140. Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY. Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. J Endod, 32:1181-1184, 2006.
141. <http://www.ultradent.com/en-us/Dental-Products-Supplies/TipsSyringes/Endodontic-Tips/Navitip-FX/Pages/default.aspx>.
142. Keir DM, Senia ES, Montgomery S. Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. J Endod, 16:323-327, 1990.

143. Mc Gill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J*, 41:602-608, 2008.
144. Huang TY, Gulabivala K, Ng YL. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J*, 41:60-71, 2008.
145. Nielsen BA, Baumgartner CJ. Comparison of the Endovac system to needle irrigation of root canals. *J Endod*, 33:611-615, 2007.
146. Weise M, Roggendorf MJ, Ebert J, Petschelt A, Frankenberger R. Four methods for cleaning simulated lateral extensions of curved root canals: a SEM evaluation. *Int Endod J*, 40:991-992, 2007.
147. Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *J Endod*, 28:837-839, 2002.
148. Setlock J, Fayad MI, BeGole E, Bruzick M. Evaluation of canal cleanliness and smear layer removal after the use of the Quantec-E irrigation system and syringe: a comparative scanning electron microscope study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96:614-617, 2003.
149. Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The self-adjusting file (SAF): part 1-respecting the root canal anatomy: a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod*, 36:679-690, 2010.
150. <http://www.redent.co.il/?cp=436>.
151. <http://www.redent.co.il/?cp=437>.
152. <http://www.redent.co.il/?cp=438>.

153. De-Deus G, Souza EM, Barino B, Maia J, Zamolyi RQ, Reis C, Kfir A. The self-adjusting file optimizes debridement quality in oval-shaped root canals. *J Endod*, 37:701-705, 2011.
154. Metzger Z, Teperovich E, Cohen R, Zary R, Paqué F, Hülsmann M. The self-adjusting file (SAF). Part 3: removal of debris and smear layer-A scanning electron microscope study. *J Endod*, 36:697-702, 2010.
155. de Gregorio C, Paranjpe A, Garcia A, Navarrete N, Estevez R, Esplugues EO, Cohenca N. Efficacy of irrigation systems on penetration of sodium hypochlorite to working length and to simulated uninstrumented areas in oval shaped root canals. *Int Endod J*, 45:475-481, 2012.
156. Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol*, 1:69-76, 1985.
157. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridment of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod*, 13:93-101, 1987.
158. Walmsley AD, Lumley PJ, Laird WR. Oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. *Int Endod J*, 22:125-132, 1989.
159. http://www2.dentsplymaillefer.com/#/218x624/product_218x8375/.
160. Ruddle C. Endodontic disinfection – tsunami irrigation. *Endod Practise*, 11:7-15, 2008.
161. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *J Endod*, 36:308-311, 2010.

162. Rödiger T, Döllmann S, Konietschke F, Drebenstedt S, Hülsmann M. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *J Endod*, 36:1983-1987, 2010.
163. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod*, 35:545-549, 2009.
164. Mitchell RP, Baumgartner JC, Sedgley CM. Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. *J Endod*, 37:1677-1681, 2011.
165. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an *in vitro* study. *J Endod*, 35:891-895, 2009.
166. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an *in vitro* study. *J Endod*. 2010 Jul;36(7):1216-21. Epub 2010 Mar 29.
167. Martin H, Cunningham WT, Norris JP, Cotton WR. Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 49:79-81, 1980.
168. Walmsley AD, Williams AR. Effects of constraint on the oscillatory pattern of endodontic files. *J Endod*, 15:189-194, 1989.
169. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*, 40:415-426, 2007.
170. Cameron JA. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *J Endod* 14: 554-559, 1988.
171. Lumley PJ, Walmsley AD, Walton RE, Rippin JW. Effect of precurving endosonic files on the amount of debris and smear layer remaining in curved root canals. *J Endod*, 18:616-619, 1992.

172. Walmsley AD, Murgel C, Krell KV. Canal markings produced by endosonic instruments. *Endod Dent Traumatol*, 7:84-89, 1991.
173. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod*, 6:740-743, 1980.
174. Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heither GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J*, 24:308-316, 1991.
175. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *Int Endod J*, 38:593-593, 2005.
176. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod*, 25:735-738, 1999.
177. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod*, 13:490-499, 1987.
178. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA, Walton AJ. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. *J Endod*, 14:486-493, 1988.
179. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J*, 31:242-250, 1998.
180. Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ. Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *J Endod*, 29:12-14, 2003.

181. Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod*, 29:562-564, 2003.
182. Hülssmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation: literature review and case reports (review). *Int Endod* , 33:186-193, 2000.
183. Saber Sel-D, Hashem AA. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod*, 37:1272-1275, 2011.
184. Heilborn C, Reynolds K, Johnson JD, Cohenca N. Cleaning efficacy of an apical negative-pressure irrigation system at different exposure times. *Quintessence Int*, 41:759-767, 2010.
185. Mitchell RP, Yang SE, Baumgartner JC. Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod*, 36:338-341, 2010.
186. Gondim E Jr, Setzer FC, Dos Carmo CB, Kim S. Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. *J Endod*, 36:1295-1301, 2010.
187. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. *in vivo* efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod*, 38:445-448, 2012.
188. Basmadjian-Charles CI, Farge P, Bourgeois DM, Lebrun T. Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of literature. *Int Dent J*, 27:115-124, 1994.
189. Schafer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endod*, 26:660-664, 2000.

- 190.Tan BT, Messer HH. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. J Endod, 28:658-664, 2002.
- 191.Naidorf IJ. Clinical microbiology in endodontics. Dent Clin North Am, 18:329-344, 1974.
- 192.Wu MK, de Schwartz FB, van der Sluis LW, Wesselink PR. The quality of root fillings remaining in mandibular incisors after root-end cavity preparation. Int Endod J, 34:613-619, 2001.
- 193.Christensen CE, Mc Neal SF, Eleazer P. Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue *in vitro*. J Endod, 34:449-452, 2008.
- 194.Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity and antimicrobial efficacy. J Endod, 31:669-671, 2005.
- 195.Abou-Rass M, Oglesby SW. The effects of temperature, concentration and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. J Endod, 7:376-377, 1981.
- 196.Cunningham WT, Joseph SW. Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 50:569-571, 1980.
- 197.Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 49:175-177, 1980.
- 198.Kamburis JJ, Barker TH, Barfield RD, Eleazer PD. Removal of organic debris from bovine dentin shavings. J Endod, 29:559-561, 2003.

199. Lui JN, Kuah HG, Chen NN. Effect of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of smear layer. *J Endod*, 33:472-475, 2007.
200. Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod*, 32:1091-1093, 2006.
201. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*, 35:791-804, 2009.
202. Soares JA, Roque de Carvalho MA, Cunha Santos SM, Mendonça RM, Ribeiro-Sobrinho AP, Brito-Júnior M, Magalhães PP, Santos MH, de Macêdo Farias. Effectiveness of chemomechanical preparation with alternating use of sodium hypochlorite and EDTA in eliminating intracanal *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod*, 36:894-898, 2010.
203. Gründling GL, Zechin JG, Jardim WM, de Oliveira SD, de Figueiredo JA. Effect of ultrasonics on *Enterococcus faecalis* biofilm in a bovine tooth model. *J Endod*, 37:1128-1133, 2011.
204. Lin S, Kfir A, Laviv A, Sela G, Fuss Z. The *in vitro* antibacterial effect of iodine-potassium iodide and calcium hydroxide in infected dentinal tubules at different time intervals. *J Contemp Dent Pract*, 10:59-66, 2009.
205. Krause TA, Liewehr FR, Hahn CL. The antimicrobial effect of MTAD, sodium hypochlorite, doxycycline, and citric acid on *Enterococcus faecalis*. *J Endod*, 33:28-30, 2007.
206. Eddy RS, Joyce AP, Roberts S, Buxton TB, Liewehr F. An *in vitro* evaluation of the antibacterial efficacy of chlorine dioxide on *E. faecalis* in bovine incisors. *J Endod*, 31:672-675, 2005.
207. Peters LB, Wesselink PR, Moorer WR. Penetration of bacteria in bovine root dentine *in vitro*. *Int Endod J*, 33:28-36, 2000.

208. Siqueira JF Jr, de Uzeda M. Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. *J Endod*, 22:674-676, 1996.
209. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite..*J Endod*, 26:331-334, 2000.
210. Paranjpe A, de Gregorio C, Gonzalez AM, Gomez A, Silva Herzog D, Piña AA, Cohenca N. Efficacy of the self-adjusting file system on cleaning and shaping oval canals: a microbiological and microscopic evaluation. *J Endod*, 38:226-231, 2012.
211. Siqueira JF Jr, Lima KC, Magalhães FA, Lopes HP, de Uzeda M. Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *J Endod*, 25:332-335, 1999.
212. Kayaoglu G, Ørstavik D. Virulence factors of *Enterococcus faecalis*: relationship to endodontic disease. *Crit Rev Oral Biol Med*, 15:308-320, 2004.
213. Waltimo TM, Ørstavik D, Sirén EK, Haapasalo MP. *in vitro* yeast infection of human dentin. *J Endod*, 26:207-9, 2000.
214. Arias-Moliz MT, Ferrer-Luque CM, Espigares-García M, Baca P. *Enterococcus faecalis* biofilms eradication by root canal irrigants. *J Endod*, 35:711-714, 2009.
215. Arias-Moliz MT, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Valderrama MJ, Baca P. Eradication of *Enterococcus faecalis* biofilms by cetrimide and chlorhexidine. *J Endod*, 36:87-90, 2010.
216. Chávez de Paz LE, Bergenholtz G, Svensäter G. The effects of antimicrobials on endodontic biofilm bacteria. *J Endod*, 36:70-77, 2010.
217. Ozdemir HO, Buzoglu HD, Calt S, Stabholz A, Steinberg D. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite irrigation on *Enterococcus faecalis* biofilm colonization in young and old human root canal dentin: *in vitro* study. *J Endod*, 36:842-846, 2010.

218. Liu H, Wei X, Ling J, Wang W, Huang X. Biofilm formation capability of *Enterococcus faecalis* cells in starvation phase and its susceptibility to sodium hypochlorite. J Endod, 36:630-635, 2010.
219. Prabhakar J, Senthilkumar M, Priya MS, Mahalakshmi K, Sehgal PK, Sukumaran VG. Evaluation of antimicrobial efficacy of herbal alternatives (Triphala and green tea polyphenols), MTAD, and 5% sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilm formed on tooth substrate: an *in vitro* study. J Endod, 36:83-86, 2010.
220. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. *In vivo* efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. J Endod, 38:445-448, 2012.
221. http://www.endoactivator.com/tech_card.html.

8. ÖZGEÇMİŞ

Tuba Ayhan 02.01.1983 tarihinde Düzce’de doğmuştur. İlköğrenimini İsmetpaşa İlkokulu’nda, Orta ve lise öğrenimini Düzce Arsal Anadolu Lisesi'nde tamamlamıştır. 2002 yılında Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi’nde yüksek öğrenimine başlamıştır. 2007 yılında dişhekimliği fakütesinden mezun olmuştur. 2008 yılında ise Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı’nda doktora programına başlamıştır.