

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÖK KANALLARININ DEZENFEKSİYONUNDA
ÜÇ FARKLI DÖNER EĞE SİSTEMİNİN
KEMOMEKANİK ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ
DT. İBRAHİM UYSAL

DANIŞMAN
DOÇ. DR. SADULLAH KAYA

DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR 2013

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÖK KANALLARININ DEZENFEKSİYONUNDA
ÜÇ FARKLI DÖNER EĞE SİSTEMİNİN
KEMOMEKANİK ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ
DT. İBRAHİM UYSAL

DANIŞMAN
DOÇ. DR. SADULLAH KAYA

DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR 2013

Bu Doktora Tezi Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 11-DH-08

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

**“KÖK KANALLARININ DEZENFEKSİYONUNDA ÜÇ FARKLI DÖNER EĞE
SİSTEMİNİN KEMOMEKANİK ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI”**

başlıklı doktora tezi 29/03/2013 tarihinde tarafımızdan değerlendirilerek başarılı bulunmuştur.

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Sadullah KAYA

Tezi Teslim Eden : Dt. İbrahim UYSAL

Jüri Üyesinin Ünvanı	Adı Soyadı	İmza	Üniversitesi
Başkan	: Prof. Dr. Ali ERDEMİR		Kırıkkale Üniversitesi
Üye	: Prof. Dr. İzzet YAVUZ		Dicle Üniversitesi
Üye	: Doç. Dr. Sadullah KAYA		Dicle Üniversitesi
Üye	: Doç. Dr. Senem Gökçen YİĞİT ÖZER		Adnan Menderes Üniversitesi
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Bayram İNCE		Dicle Üniversitesi

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

...../...../.....

Prof. Dr. Salih HOŞOĞLU
Dicle Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince beni yönlendiren, bilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Sadullah KAYA' ya,

Eğitimim boyunca bana bilgi ve deneyimlerini aktaran, yakın ilgi ve destekleriyle yanımda olan Sayın Doç. Dr. Özkan ADIGÜZEL ve Sayın Doç. Dr. Senem Gökçen YİĞİT ÖZER' e,

Tezimin laboratuvar kısmının yürütülmesine yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Tuncer ÖZEKİNCİ' ye,

Tezimin istatistiksel değerlendirmelerini ve analizlerini gerçekleştiren Sayın Prof. Dr. Yusuf ÇELİK hocama,

Her zaman olduğu gibi doktora eğitimim boyunca da beni destekledikleri için sevgili aileme sonsuz teőekkürler...

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI.....	I
TEŞEKKÜR	II
İÇİNDEKİLER.....	III
TABLolar DİZİNİ	V
RESİMLER DİZİNİ.....	V
GRAFİKLER DİZİNİ.....	VI
KISALTMALAR	VII
ÖZET.....	IX
ABSTRACT	XI
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Endodontik Tedavide Başarı	3
2.2. Kemomekanik Şekillendirme	4
2.3. Smear Tabakası ve Endodontik Enfeksiyonlardaki Önemi.....	4
2.4. Smear Tabakasının Uzaklaştırılması	6
2.4.1. Sodyum Hipoklorit	6
2.4.2. Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)	8
2.5. Kök Kanallarının Şekillendirilmesinde Kullanılan Ni-Ti Döner Aletler	9
2.6. Sıklıkla Kullanılan Bazı Ni-Ti Döner Eğe Sistemleri	10
2.6.1. Twisted File.....	10
2.6.2. ProFile	11
2.6.3. HEROshaper.....	11
2.6.4. Revo-S.....	12
2.6.5. WaveOne	13
2.6.6. ProTaper	14
2.6.7. RECİPROC	17
2.6.8. SELF-ADJUSTING FILE (SAF).....	20

2.7. Endodontide Mikrobiyolojik Çalışmalarda Kullanılan Deneysel	
Yöntemler.....	22
2.7.1. Agar Difüzyon Testi.....	23
2.7.2. Direkt Kontakt Testleri.....	23
2.7.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR).....	23
2.7.4. Mikrobiyolojik Sayım Yöntemi	24
2.8. ENTEROCOCCUS FAECALİS	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	25
3.1. Örneklerin Hazırlanması	25
3.2. Örneklerin Enfekte Edilmesi.....	28
3.3. Şekillendirme Öncesi Örnekleme Prosedürü	28
3.4.1. SAF Grubundaki Dişlerin Kemomekanik Kanal	
Şekillendirme İşlemi	29
3.4.2. ProTaper Grubundaki Dişlerin Kemomekanik Kanal	
Şekillendirme İşlemi	31
3.4.3. RECİPROC Grubundaki Dişlerin Kemomekanik Kanal	
Şekillendirme İşlemi	33
3.5. Şekillendirme Sonrası Örnekleme Prosedürü	35
3.6. İstatistiksel Analiz.....	38
4. BULGULAR	39
4.1. Mikrobiyolojik Bulgular	39
4.2. İstatistiksel Bulgular.....	49
5. TARTIŞMA	52
6. KAYNAKLAR.....	59
7.ÖZGEÇMİŞ	73

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 1: SAF Grubu cfu değerleri.....	45
Tablo 2: ProTaper Grubu cfu değerleri	46
Tablo 3: Reciproc Grubu cfu değerleri.....	47
Tablo 4: SAF, ProTaper ve Reciproc Grupları şekillendirme öncesi sonrası farklarının yüzdesel değerler tablosu	48
Tablo 5: SAF, ProTaper ve Reciproc Grupları şekillendirme öncesi sonrası farklarının yüzdesel değerlerinin Kolmogorov-Smirnov Test sonuçları.....	49
Tablo 6: Nonparametrik Post-Hoc Test Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U Test sonuçları	51

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: Twisted file Ni-Ti eğe üçgen çapraz kesit dizaynı	10
Resim 2: ProFile Ni-Ti eğe çapraz kesit dizaynı	11
Resim 3: HEROShaper Ni-Ti üçgen çapraz kesit dizaynı.....	12
Resim 4: Revo-S Ni-Ti eğe asimetrik çapraz kesit.....	13
Resim 5: WaveOne Ni-Ti eğe modifiye konveks üçgen çapraz kesit dizaynı	14
Resim 6: ProTaper Ni-Ti eğe konveks üçgen çapraz kesit dizaynı	15
Resim 7: Reciproc Ni-Ti eğe çapraz kesit dizaynı	18
Resim 8: SAF Ni-Ti eğe dizaynı	20
Resim 9: Çalışmada kullanılmak üzere hazırlanmış tek köklü alt premolar dişler.....	25
Resim 10: Bakteri ekimine hazırlanmış bir diş görüntüsü	26
Resim 11: Cam kavanozlar içerisinde otoklavda sterilize edilmiş ve bakteri ekimine hazır çalışma grupları	27

Sayfa no

Resim 12: Kemomekanik şekillendirme öncesi elde edilmiş bir örnek	29
Resim 13: Çalışmada kullanılan SAF sistemi	30
Resim 14: SAF sistemine ait eğeler.....	31
Resim 15: Çalışmada kullanılan ProTaper sistemi.....	32
Resim 16: ProTaper sistemine ait eğeler	33
Resim 17: Çalışmada kullanılan Reciproc sistemi	34
Resim 18: Reciproc sistemine ait eğeler.....	35
Resim 19: Kemomekanik şekillendirme sonrası elde edilmiş bir örnek	36
Resim 20: Kemomekanik şekillendirme öncesi ve sonrasında elde edilmiş cam deney tüpleri içine konulmuş örnekler	37
Resim 21: SAF Grubu şekillendirme öncesi besiyeri kültürü	39
Resim 22: SAF Grubu şekillendirme sonrası besiyeri kültürü.....	40
Resim 23: ProTaper Grubu şekillendirme öncesi besiyeri kültürü.....	41
Resim 24: ProTaper Grubu şekillendirme sonrası besiyeri kültürü	42
Resim 25: Reciproc Grubu şekillendirme öncesi besiyeri kültürü	43
Resim 26: Reciproc Grubu şekillendirme sonrası besiyeri kültürü.....	44

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1: SAF Grubu şekillendirme öncesi ve sonrası cfu değerlerinin logaritmik dönüşüm sonrası oransal grafiği	49
Grafik 2: ProTaper Grubu şekillendirme öncesi ve sonrası cfu değerlerinin logaritmik dönüşüm sonrası oransal grafiği.....	50
Grafik 3: Reciproc Grubu şekillendirme öncesi ve sonrası cfu değerlerinin logaritmik dönüşüm sonrası oransal grafiği.....	50

KISALTMALAR

NaOCl: Sodyum Hipoklorit

EDTA: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit

Ca⁺²: Kalsiyum

Ni-Ti: Nikel titanyum

ml: Mililitre

µm: Mikrometre

SEM: Tarama Elektron Mikroskopu

pH: Hidrojenin gücü

HOCl: Hipokloröz asit

E. faecalis: Enterococcus faecalis

Mn⁺²: Manganez

Cu⁺²: Bakır

Fe⁺³: Demir

Co⁺³: Kobalt

Kg: Kilogram

mm²: Milimetre kare

R-faz: Rhombohedral faz

Rpm: Dakikada devir

SAF: Self –Adjusting File

mm: Milimetre

°C: Santigrad derece

Mik: Minimum inhibitör konsantrasyonu

PCR: Polimeraz Zincir Reaksiyonu

DNA: Deoksiribo- Nükleik-Asit

CFU: Koloni oluşturan birim

MHB: Mueller Hinton Broth

A.T.C.C.: American Tissue Cell Culture

dk: Dakika

SD: Standart sapma

SPSS: Statistical Package for the Social Science

C. albicans: Candida albicans

CT: Bilgisayarlı Tomografi

ÖZET

Kök Kanallarının Dezenfeksiyonunda Üç Farklı Döner Eğe Sisteminin Kemomekanik Etkinliklerinin Karşılaştırılması

Kök kanal tedavisinin amacı; kanalların bakterilerden ve doku artıklarından temizlenmesi, şekillendirilmesi ve dezenfekte edilmesinden sonra kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak sızdırmaz bir biçimde doldurulmasıdır.

İn vitro olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, kök kanallarının dezenfeksiyonunda üç farklı döner eğe sisteminin kemomekanik özelliklerinin mikroorganizmaların azaltılması açısından birbirleriyle karşılaştırılmasını amaçlamaktadır. Nikel Titanyum (Ni-Ti) döner eğe sistemleri olarak SAF, ProTaper ve Reciproc kullanılmıştır. Çalışmamızda 60 adet tek kanallı mandibular premolar insan dişi kullanıldı. Mekanik dış temizliği yapılan dişlerin kanal giriş kaviteleri açıldı, çalışma boyu belirlendi ve Ni-Ti döner eğe sistemlerinin kök uçlarına ulaşabilmesi için 20 numaralı K-tipi el eğeleri ile kanallar şekillendirildi. Smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla kanallara 2 ml % 17'lik EDTA bir dakika süreyle uygulandı ve takiben 2 ml % 2,5'lik NaOCl ile kanallar irrigate edildi. Örnekler 20 dişten oluşan üç gruba ayrıldı. Besiyeri içeren cam şişeler içersinde otoklavda 121 C^o'de sterilize edilen dişlere *E.faecalis* ekimi yapıldı ve kanalların bakterilerle kontaminasyonu için cam şişeler bir hafta boyunca etüvde bekletildi. Kanallar steril serum fizyolojikle dolduruldu ve kanal içeriğinin steril paper pointler yardımıyla besiyeri içeren tüplere transfer edilmesiyle başlangıç örnekleri elde edildi. Dişlerin şekillendirme işlemi ProTaper grubunda F2'ye kadar, Reciproc grubunda R40 ile ve SAF grubunda ise çapı 1,5 mm olan eğe kullanılarak gerçekleştirildi. Bütün çalışma gruplarında irrigasyon ajanı olarak % 2,5'lik NaOCl kullanıldı. Kemomekanik şekillendirme sonrası sodyum tiyosülfat ile irrigasyon ajanlarının inaktivasyonunu takiben steril paper pointler yardımıyla şekillendirme sonrası örnekleri elde edildi. Cam tüpler içerisindeki besiyeri süspansiyonlarından alınan örnekler, kanlı ağız besiyerine ekildi. İnkubasyon sürecinden sonra oluşan *E.faecalis* kolonilerin sayımları yapıldı.

SAF, ProTaper ve Reciproc döner eğe sistemleriyle şekillendirme öncesi-sonrası farkların yüzdesel değerlerinin farklı olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov Testi ile karşılaştırıldı. Kolmogorov-Smirnov Testi ile farklı bulunan gruplardan farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını bulmak için, Nonparametrik Post-Hoc Test Bonferroni Düzeltmeli Mann-Whitney U Test ile analiz edildi.

Mikrobiyolojik incelemeler sonucu elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; SAF, ProTaper ve Reciproc döner eğe sistemleri, antibakteriyel etkinlikleri göz önüne alınarak kıyaslandığında; SAF sisteminin diğerlerinden daha üstün olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel etkinlik, SAF, ProTaper, Reciproc, *E.faecalis*.

ABSTRACT

Comparison Of Three Different Rotary Files' Chemomechanical Efficiency In Root Canals Disinfection

The purpose of root canal treatment is to clean the canals of bacteria and tissue remains, to shape the canals, and to fill the root canal system after disinfection in a three-dimensional and impermeable way.

In this *in vitro* study aimed to compare the chemomechanical properties of three different rotary file systems in the disinfection of the root canals in terms of their ability to decrease the number of microorganisms. As Nickel Titanium (Ni-Ti) rotary file systems, we used the SAF, ProTaper and Reciproc files. A total of 60 single-canaled mandibular premolar human teeth were used in our study. The canal access cavities of the teeth, which their mechanical cleaning was also performed, were cleared, the operation length was determined and in order for Ni – Ti rotary file systems to access to the root apexes; the canals were shaped by number 20 K-Type Hand Files. To remove the smear layer, a 17% EDTA solution was applied for one minute, and the canals were then irrigated with 2 ml of 2.5% NaOCl. The samples were separated into 3 groups, each consisting of 20 teeth. The teeth were sterilized at 121 °C in an autoclave inside glass bottles containing medium, which were then inoculated with *E. Faecalis*. To ensure the bacterial contamination of the canals, the glass bottles were kept in an incubator for one week. The canals then filled with sterile saline solution and by transferring the canal content to the tubes, containing basal medium via sterilized paper points, the starting samples were extracted. The constructing process was performed up to F2 in ProTaper Group, performed by R40 in reciproc Group and by using a file with 1,5 mm diameter in SAF group. In all study groups, NaOCI %2,5 was utilized as the irrigation agent. Following the inactivation of the irrigation agents by sodium thiosulphate upon chemomechanical preparation, the samples were obtained. The samples obtained from the medium suspension in the glass tubes were then inoculated onto blood agar medium. Following the incubation process, the number of *E. faecalis* colonies that formed were counted.

The fact that whether there is a differentiation in the percental values of SAF, ProTaper and Reciproc rotary file systems before-after preparation, or not was determined by Kolmogorov-Smirnov Test. Among the various groups that were determined as being different with the Kolmogorov-Smirnov Test, analysis with the Nonparametric Post-Hoc Test

and the Bonferroni Corrected Mann-Whitney U Test was performed in order to determine the group from which the difference stemmed.

When the findings, obtained as the result of microbiologic examinations, were statistically evaluated and when the SAF, ProTaper and Reciproc rotary file systems were compared to each other in terms of their antibacterial efficiency; it was revealed that SAF system is superior to other systems ($p < 0.05$).

Key words: Antibacterial activity, SAF, ProTaper, Reciproc, *E. faecalis*.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kök kanal tedavisinin başarısı üç ana prensibin eksiksiz olarak yerine getirilmesine bağlıdır. Doğru tanı konulduktan sonra kök kanallarının kemomekanik olarak temizlenmesi ve uygun şeklin verilmesi, kök kanalının dezenfeksiyonu ve hiçbir sızıntıya olanak vermeyecek şekilde sızdırmaz bir biçimde doldurulması kanal tedavisinin en önemli aşamalarını oluşturmaktadır (1).

Kemomekanik işlemlerden sonra kök kanalının çevresel ortamı; azalan oksijen gerilimi, sınırlı besin bulunabilirliği ve antimikrobialların bulunması kök kanal sisteminde mikroorganizmaların sayı ve tür olarak azalmasına yol açmaktadır (2).

Kalan bakteriler için besin kaynakları ağız kavitesinden, dejenere olan bağ dokusundan, dentinal tübül içeriklerinden, periapikal dokulardan gelen serum benzeri sıvıdan oluşabilmektedir (3).

Biofilm, mikroorganizmaların herhangi bir yüzeye ve birbirlerine yapışmalarını sağlayan, mikroorganizmalar tarafından oluşturulan ve mikroorganizmaların içinde bulunduğu ekstrasellüler bir yapıdır (4). Kanal tedavisinde başarı kök kanal sisteminde oluşan biofilmin etkin biçimde yok edilmesine ve kanal içinde oluşturulan aseptik durumun sürdürülmesine bağlıdır (5). Bu durum temizleme/dezenfeksiyon (kanal içeriğinin debridmanı), kök kanallarının şekillendirilmesi ve kök kanallarının sızdırmaz biçimde doldurulmasıyla sağlanır (6).

Kemomekanik debridmanın esası, antimikrobiyal ve doku çözücü yıkama solüsyonları kullanımıyla kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu olarak kabul edilir (7). Doku çözücü ve antimikrobiyal özelliklerinin yanında yıkama solüsyonu olarak kullanılan kimyasal maddeler, kök kanal duvarlarını temizlemeli aynı zamanda kayganlaştırma yeteneğine sahip olmalı, kanal içi medikasyonunun daha iyi bir etkinlik göstermesine ve kanal dolgu materyalinin dentin duvarlarına yapışmasına imkan tanımalıdır (8).

Gerçekleştirilen birçok çalışmada smear tabakası ve debrisin uzaklaştırılmasında en etkili yıkama solüsyonları sodyum hipoklorit (NaOCl) ve etilen diamin tetra asetik asit (EDTA)'nın birlikte kullanılması ile sağlandığı rapor edilmiştir (9-12). Sodyum hipokloritin antibakteriyel yapısı ve organik bileşenleri çözücü yeteneği göz önüne alındığında endodontik tedavide kullanımı oldukça önemlidir

(13,14). EDTA ise bir Ca^{+2} şelasyon ajanıdır ve NaOCl ile beraber smear tabakasının kaldırılması sırasında kullanılmaktadır (15-17). Smear tabakası dentin duvarlarına yapışır ve dentin tübüllerini tıkar. Bu tabaka medikamentlerin derinlerde bulunan dokulara penetrasyonunu engeller ve dolgu materyalinin kanal duvarlarına optimal yapışmasına engel olur (18,19).

Özellikle son yıllarda motor ile birlikte kullanılan nikel titanyum (Ni-Ti) eğelerin kullanımı artmıştır (20). Ni-Ti eğeler paslanmaz çelik enstrümanlara oranla daha esneklerdir ve eğilendirildikten sonra orijinal şekillerine geri dönme yeteneğine sahiptirler. Genel olarak eğimli kök kanallarının şekillendirilmesinin ve genişletilmesinin, Ni-Ti eğelere oranla paslanmaz çelik eğeler ile çok daha zor olduğu kabul edilmektedir. Buna karşın Ni-Ti eğeler süper elastik avantajlarıyla, özellikle eğri kanallarda yeterli endodontik temizleme ve şekillendirme etkinliğine sahiptirler (21,22). Bu aletler apikal üçlüye ulaşma izni verirken radiküler dentin kaybını azaltan crown-down şekillendirme tekniği ile birlikte kullanılır. Crown-down tekniği kanal transportasyonunu ve basamak oluşumunu azaltır ve koronal debris uzaklaştırılmasına yardımcı olur (20). Crown-down tekniğiyle koronal debrisin temizleme ve şekillendirme işleminin başında uzaklaştırılması, hem mikroorganizmaların ve doku artıklarının apikal bölgeye itilmesini engeller hem de kanal aletlerinin ve yıkama solüsyonunun apikal bölgeye ulaşmasını kolaylaştırarak temizleme ve şekillendirme işleminin daha etkili yapılmasını sağlamaktadır (23).

Kök kanallarındaki inatçı bakteriler, kök kanal tedavisinden sonra apikal lezyonların ortaya çıkmasında veya mevcut olan periapikal lezyonların iyileşmesi üzerinde olumsuz bir rol oynarlar. Dirençli bakteriler kök kanal tedavisinden sonra kanal içinde varlığını sürdürebilir ve periapikal doku iltihabına sebep olabilir ya da iltihabın artmasına neden olabilir. Kök kanal sisteminden bakterilerin elimine edilmesi endodontik tedavinin en önemli hedeflerinden biri olmalıdır (24).

İn vitro olarak gerçekleştirilen mevcut çalışma, kök kanallarının dezenfeksiyonunda üç farklı döner ege sisteminin kemomekanik etkinliklerinin mikroorganizmaların azaltılması açısından birbirleriyle karşılaştırılmasını amaçlamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Endodontik Tedavide Başarı

Kök kanal tedavisinin amacı; kanalların bakterilerden ve doku artıklarından temizlenmesi, şekillendirilmesi ve dezenfekte edilmesinden sonra kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak sızdırmaz bir biçimde doldurulmasıdır (25).

Endodontik tedavinin başarısını etkileyen faktörlerden başlıcaları pulpa dokusundaki enfeksiyon varlığı ve şiddetidir. Canlı pulpada, pulpa yüzeyi açığa çıktığında ve pulpa nekrozu pulpa boşluğu içerisinde ilerledikçe hem pulpa hem de pulpayı çevreleyen çevre dentin enfekte olur (26).

Pulpası canlı olan pulpitisli bir dişin kök kanal duvarlarını çevreleyen dentin dokusu henüz enfekte olmamıştır. Eğer bu aseptik durum, pulpa dokusunun tamamen uzaklaştırılmasını takiben kanal içi dezenfektan uygulanması ve kök kanallarının sızdırmaz bir biçimde doldurulması sürecinde de korunabilirse başarılı doku iyileşmesi için uygun bir ortam hazırlanmış olur (27).

Nekrotik pulpalı bir dişte ise kanal duvarlarını çevreleyen dentin dokusunun tamamı mikroorganizmalar tarafından enfekte olmuştur. Bu nedenle, nekrotik pulpalı dişin endodontik tedavisinde pulpa boşluğunun yanı sıra enfekte çevre dentininin de enfeksiyondan arındırılmasına dikkat edilmelidir (26).

Kök kanal sisteminde temizleme ve şekillendirme yapılırken kullanılan malzeme ve teknik ne olursa olsun ulaşılması hedeflenen bazı faktörler mevcuttur (28). Kısaca özetlemek gerekirse bunlar;

1. Kök kanalının orijinal şeklinin korunması,
2. Apikal foramenin orijinal pozisyon ve genişliğinin korunması,
3. Foramen apikalenin genişliğini mümkün olduğunca koruyarak kök kanal dolgusunun dentin ile olan uyumunun sağlanması,
4. Kök kanalına koronale doğru genişleyen bir şekil kazandırarak yıkama solüsyonlarının etkinliklerinin artırılmasıdır.

Kök kanallarının koronale doğru konik olarak şekillendirilmesi ve bu sırada kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu yani irrigasyon solüsyonları kullanılarak mikroorganizmalardan arındırılması işlemi kısaca kemomekanik kanal şekillendirilmesi olarak adlandırılmaktadır (29). Şekillendirme sırasında kök kanallarına yapışan dirençli biyofilm tabakasının dentin duvarlarına adhezyonunun ortadan kaldırıldığı ve enfekte dentin tabakasının da ortamdaki uzaklaştırıldığı pekçok çalışma ile desteklenmektedir (30-33).

2.2. Kemomekanik Şekillendirme

Kemomekanik şekillendirmenin ana hedefi, kanal içi bakteriyel popülasyonun tamamen ortadan kaldırılması veya en azından periapikal doku iyileşmesi için bakteri sayısının en aza indirgenmesidir. Kök kanalının dezenfeksiyonu mekanik ve kimyasal yollarla elde edilebilir. Kimyasal mikrobiyal kontrol fazı ise şekillendirme sırasında ve sonrasında antimikrobiyal ajanlarla ek tedavi uygulamalarını içerir. Mekanik mikrobiyal kontrol fazı, döner ve/veya el ile kullanılan eğeler ile şekillendirme aşamasında sağlanmaktadır. Mekanik şekillendirmenin kanal içi bakteri sayısını önemli ölçüde azaltabildiği ancak bu şekilde kanal içindeki bakterilerin tamamen ortadan kaldırılamadığı bildirilmektedir (34,35). Bu nedenle hekimin çabası kök kanallarının doldurulmasından önce kanalların dezenfeksiyonunu arttıran kemomekanik stratejilerin geliştirilmesi yönünde olmalıdır (36).

Byström ve Sundqvist kanalda 6-10 ml serum fizyolojik solüsyonu ve el eğeleri kullanılarak mekanik şekillendirme işlemi sonunda mevcut bakteri sayısında 100 kat ile 1000 kat arası azalma olduğunu bildirmişlerdir (34). Ancak bunun kanal tedavisinin uzun dönem başarısında yeterli olmadığını ve etkin bir dezenfektan ajanın mekanik kök kanal genişletilmesi sırasında ve sonrasında kullanılması gerektiğini de belirtmişlerdir (34).

2.3. Smear Tabakası ve Endodontik Enfeksiyonlardaki Önemi

Kök kanal şekillendirmesi, kanal duvarlarında smear tabakası denen bakteri ve onların ürünlerini içeren organik ve inorganik materyallerden oluşan bir tabaka oluşturur (37). Bu tabakanın kök kanal şekillendirmesi ve kanal dolgusunun kalitesi üzerindeki etkisi hakkında ortak bir kanı oluşmuştur (38-40). Bu tabaka uzaklaştırılmadığında, dentin kanalları

içerisindeki bakterilerin korunmasına yol açabilmekte ve bakteriler için besin görevi görerek kanal içinde çoğalmalarına sebep olabilmektedir (41).

Dentin, el eğeleri veya döner aletlerle kesildiğinde, mineralize dokular tamamen parçalanmamış ya da kesilmemiş ancak tahrip edilmiştir. Bunun sonucunda debris ürünlerinin oluştuğu görülmüştür (37). Boyde ve ark. (42) tarafından ilk defa kesilmiş mine yüzeyinde tespit edilen bu tabaka koroner smear tabakası olarak tanımlanmıştır. Ancak daha sonra yapılan çalışmalarda kök kanallarında da gözlenen smear tabakası, koroner smear tabakasına benzemekte fakat dentin parçacıklarının yanısıra odontoblastik yapılar, pulpa dokusu ve bakteri de içermektedir (15). 1970'li yıllarda yapılan çalışmalarda smear tabakasının 0,5–15 µm partiküllerden oluştuğu belirlenmiştir (43). Bränström ve Johnson (44) tarafından yapılan kavite preparasyonlarının taramalı elektron mikroskobu (SEM) çalışmaları öğütülmüş ince bir debris tabakasını göstermiş ayrıca 2-5 µm kalınlığında ve dentin tübülleri içerisine doğru birkaç mikrometre uzanmış olabileceğini tahmin etmişlerdir. Lester and Boyde (45) çalışmalarında smear tabakasının NaOCl irrigasyonu ile kaldırılmadığı ve smear tabakasının yapısının inorganik dentin karışımı olduğunu bulmuşlardır. Goldman ve ark. (46) smear tabakasının kalınlığının 1-2 µm olduğunu ve önceki araştırmacılarında desteklediği gibi büyük ölçüde inorganik bileşimden oluştuğunu rapor etmişlerdir. Cameron (47) smear tabakasının yüzeysel smear tabakası ve dentin tübüllerindeki materyal paketi olarak iki tabakadan oluştuğunu ve bu tabakanın 40 µm derinliğe kadar ulaşabileceğini bildirmiştir.

Smear tabakasının kalınlığı; aletin keskinliğine, şekline, tipine ve dentin kesildiğinde kuru veya ıslak olup olmamasına da bağlı olabilir. Şekillendirmenin başlangıcında kanal duvarlarındaki smear tabakası, kanal içindeki muhtemel pulpa doku artıkları ve nekrotik dokuların varlığından dolayı nispeten yüksek organik içeriğe sahip olabilmektedir. Smear tabakasının oluşumu kök kanal şekillendirmesi sırasında kaçınılmazdır (48-50).

Bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda smear tabakasının kaldırılmasına odaklanmışken (Garberoglio & Bränström 1976, Outhwaite ve ark. 1976, Pashley 1985) (51-53), diğerleri ise smear tabakasının; kök kanal materyalinin adaptasyonu üzerindeki (White ve ark. 1987, Gençoğlu ve ark. 1993, Gutmann 1993) (54-56), bakterilerin tübüler penetrasyonu üzerindeki (Pashley 1984, Williams & Goldman 1985, Meryon & Brook 1990) (57-59) ve koronal-apikal mikrosızıntı üzerindeki etkisini incelemişlerdir.

2.4. Smear Tabakasının Uzaklaştırılması

Kök kanal irrigasyonunun iki amacı vardır; birincisi pulpa dokusundan ve mikroorganizmalardan köken alan ve smear tabakasının organik içeriğini de oluşturan organik debrisini kaldırmak, ikincisi ise smear tabakasının inorganik içeriğini uzaklaştırmaktır. Hem organik doku çözücü etkili hem de inorganik doku çözücü özelliğe sahip tek bir solüsyon mevcut değildir. Pek çok araştırmacı yumuşak doku ve debristen oluşan smear tabakasının kaldırılabilmesi için NaOCl ve EDTA solüsyonlarının dönüşümlü kullanılmasını önermiştir (60-64). Goldman ve ark (46), NaOCl ve EDTA'nın farklı kombinasyonlarının etkilerini incelemiş ve en etkin nihai yıkamanın 10 ml % 17'lik EDTA irrigasyonunu takiben 10 ml % 5,25'lik NaOCl olduğunu belirtmişlerdir.

2.4.1. Sodyum Hipoklorit

Enfekte kök kanallarının mikroorganizmalardan tamamen arındırılması oldukça güçtür. Araştırmacılar tarafından pek çok ölçüde farklı şekillendirme teknikleri, irrigasyon ajanları ve kanal-içi medikamentleri kullanılarak kanal içerisindeki mikroorganizmaların sayısının azaltıldığı gösterilmiştir (65-67). Literatürde sadece mekanik şekillendirme sonucunda kök kanal sisteminin bakterilerden arındırılmasını gösteren bir kanıt yoktur (34). Kök kanallarında bırakılan pulpa dokusunun bakteriyel besin gibi iş görebildiği kabul edilmektedir. Ayrıca doku artıkları da kök kanal medikamentlerinin ve irrigasyon ajanlarının antimikrobiyal etkilerini engellemektedir (68). Bu nedenle bolca irrigasyon ve dezenfeksiyon kök kanallarından enfekte dokuyu uzaklaştırmak için ve mikroorganizmaları öldürmek için gereklidir (68).

Kanal tedavisinde kullanılan solüsyonların nekrotik dokuları eritme yeteneği son derece önemli bir özelliktir. Kök kanal sistemindeki düzensizlikler ve çok sayıdaki yan kanallar, mekanik preparasyonun tüm kanal içi alanlara ulaşmasını engellediğinden dolayı kullanılan yıkama solüsyonunun organik doku çözücü özelliği, mekanik olarak temizlenemeyen bu alanlardaki kimyasal temizleme açısından büyük önem taşımaktadır (69-74).

NaOCl, sodyum hidroksitin sulu çözeltisinin klorinle tepkimeye girmesi sonucu oluşan bir çözeltilidir. Klorin sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumun bileşiminden oluşmaktadır (75). İnsan vücudunda klorin bileşikleri nonspesifik immün sistemin parçalarıdır (76).

Potasyum hipoklorit ilk olarak Fransa'da Claude Louis Berthollet tarafından sulu bir klorin solüsyonu olarak üretilmiştir. Hipoklorit solüsyonu ilk olarak beyazlatma ajanı olarak

kullanılmıştır (68). % 1'lik NaOCl'nin % 1'lik sodyum bikarbonata dilüe edilmesiyle elde edilen ve Dakin solüsyonu olarak adlandırılan ilk orijinal % 0,5'lik hipoklorit solüsyonu, Birinci Dünya Savaşında yaraların dezenfeksiyonunda kullanılmıştır (77). NaOCl solüsyonunun endodonti pratiğinde ilk kullanımı 1919 yılında Coolidge tarafından gerçekleştirilmiştir (78).

NaOCl aşağıdaki reaksiyonda görüldüğü gibi dinamik bir denge reaksiyonu sergiler.



Bu kimyasal reaksiyona göre, NaOCl bir organik çözücü olarak ve yağı, yağ asitlerine indirgeyip onları yağ asidi tuzları ve gliserole dönüştürerek kalan solüsyonun yüzey gerilimini düşüren bir çözücü olarak iş görmektedir (79).

NaOCl güçlü bir bazdır (pH>11) ve amino asitlerle temas edince onları su ve tuzlara dönüştürerek nötralize eder. Hidroksil iyonlarının ayrılmasıyla, pH'ta bir azalma olur. NaOCl'nin içinde meydana gelen hipokloröz asit (HOCl), organik dokuyla temas edince bir çözücü gibi davranır ve hücre metabolizmasına zarar veren, proteinlerin amino gruplarıyla birleşip kloraminleri oluşturabilen klorini salıverir. Hipokloröz asit ve hipoklorit iyonları amino asitlerin indirgenmesine ve hidrolizine yol açar (79).

NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliği yüksek pH değerinden dolayı kalsiyum hidroksitin etki mekanizmasına benzerdir (80). NaOCl'nin yüksek pH'sı irreversibl enzimatik inhibisyonla sitoplazmik retikulumun bütünlüğüne etki eder, hücre metabolizmada biyosentetik değişimler ve lipidik peroksidasyonda fosfolipid indirgenmesi gözlenir. Amino asit kloraminasyon reaksiyonu, kloraminlerin hücre metabolizmaya etki etmesini sağlar. Oksidasyon, klorinle hidrojenin yerini değiştirerek irreversibl bakteriyel enzimatik inhibisyonu artırır (79).

NaOCl solüsyonunun antimikrobiyal etkinliği hücre proteinlerini hidrolize ve okside etmesi yeteneğinin yanısıra hipertonicliğinden dolayı bir miktar hücre içi sıvısını osmotik olarak hücre dışına çıkarmasına da bağlıdır (81).

Böylece NaOCl hidroksil iyonları ve kloraminasyon etkileriyle geri dönüşümsüz inaktivasyonu arttırarak bakteriyel esansiyel enzimatik bölgelerdeki etkisiyle antimikrobiyal etkinlik gösterir. NaOCl lipidleri ve yağ asitlerini tuz ve gliserole indirgediğinde organik dokunun çözünmesi sabunlaşma reaksiyonuyla gerçekleşebilir (79).

Kök kanallarının mikrobiyolojik değerlendirmelerinde, dentinde smear tabakası varlığında sadece antibakteriyel ajanların kullanılmasıyla dentin kanalcıklarındaki bakteriler uzaklaştırılamamaktadır. Smear tabakası varlığının dezenfektanların antimikrobiyal etkinliklerini bloke edebileceği ileri sürülmektedir. Örstavik ve Haapasalo (82) smear tabakası

varlığının yıkama solüsyonlarının ve kanal içi medikamentlerinin total inhibisyonunu göstermese de, etkisini geciktirebileceğini, bu yüzden smear tabakasının uzaklaştırılmasının tam bir kanal dezenfeksiyonunun sağlanmasında önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ancak bugün klinik kullanımda tek başına NaOCl de dahil olmak üzere, hiçbir solüsyonun smear tabakasını tek başına kaldıramadığı bilinmektedir (73).

Kök kanallarının biyomekanik şekillendirmesi kısa süreli bir işlem olduğu için kanal içerisindeki solüsyonun antimikrobiyal etkinliğinin büyük ölçüde solüsyonun konsantrasyonuna bağlı olduğu söylenebilir. NaOCl ile temas eden organik materyaller solüsyon içerisindeki serbest klorin miktarının azalmasına neden olur ve böylece antimikrobiyal aktivite azalır. Bu yüzden yüksek konsantrasyonlu NaOCl'nin klorin konsantrasyonunun yüksek olması nedeniyle güvenilir bir antimikrobiyal etki sağlayacağı söylenebilir ancak düşük konsantrasyonlu NaOCl'nin de sık ve bol irrigasyon yapmak şartıyla benzer bir antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir (83-85).

Son yıllarda kanal tedavisine direnç gösteren mikroorganizmalar üzerine yapılan deneysel in vitro çalışmalar %0,5'lik NaOCl solüsyonunun antibakteriyel etkinliğine şüphe ile bakılmasına neden olmuştur (86,147). Ayrıca aseptik koşullarda endodontistler tarafından yapılan ideal tedaviler sonrasında bile klinik başarısızlıklar ve bu başarısızlıklarda rol alan mikroorganizmalar tespit edilmiştir (87,88). Başarısız kanal tedavilerinde en sık izole edilen türler streptokoklar, enterokoklar, stafilokoklar, fusobacterium ve laktobasillerdir. Bu türler arasında en çok izole edilen ve antibiyotiklere direnç gösterebilen bakteri *E. faecalis* olduğu için bakteriyolojik çalışmalar bu bakterinin eliminasyonu üzerine yoğunlaştırılmıştır (89).

2.4.2. Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)

Etilen diamin tetra asetik asit bileşiğinin kısaltması olan EDTA, endodontide sıklıkla kullanılan bir şelasyon ajanıdır. Bu aminoasit sıklıkla iki ve üç değerlikli metal iyonlarını ayırmak için kullanılır. EDTA, metalleri dört karboksilat ve iki amin grubu yoluyla kendisine bağlar ve özellikle Mn^{+2} , Cu^{+2} , Fe^{+3} ve Co^{+3} ile güçlü kompleksler oluşturur (90).

EDTA'nın metal iyonlarını bağlama ve inaktive etme yeteneği nedeniyle sağlık alanında geniş çapta kullanılmaktadır. Tıpta metal zehirlenmelerindeki aşırı metali vücuttan uzaklaştırılmasında, tekrarlanan kan transfüzyonlarında oluşabilecek komplikasyonların önlenmesinde, talasemi hastalığının tedavisinde ve sıklıkla kan analizleri için kullanılmaktadır (91).

Mineral içeriği esas olarak fosfat ve kalsiyumdan oluşan dentin gibi lipofobik maddeler sulu EDTA solüsyonunda kalsiyum iyonlarını kaybederler. Sonuçta dentinde

dekalsifikasyon sonucunda çözünme meydana gelir. EDTA bileşiği çözünen bu kalsiyum ile kararlı kompleksler oluştururlar. Serbest halde bulunan bütün iyonlar bağlandığında bir denge meydana gelir ve daha fazla çözünme meydana gelmez. Bundan dolayı çözülmüş dentin tabakası daha derindeki değişmemiş dentinden kolayca farkedilen bir demarkasyon hattıyla ayrılır (92).

Şelatörler 40-75 kg/mm² olan kök dentin sertliğini 20 kg/mm²'ye kadar azaltabileceği ve dentin sertliğindeki en büyük değişimin en fazla kök kanal lümenine komşu olan dentinde bulunduğu rapor edilmiştir (93).

EDTA gram (-) bakterilerin hücre membranındaki katyonlarla kombine olarak hücreleri destabilize eder. Lipopolisakkaritlerin açığa çıkmasına sebep olurlar ancak bakterisid değildir. Gram (+) türler üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Ancak bazı antibakteriyal bileşiklerin etkinliklerini potansiyalize ettikleri ileri sürülmektedir (94).

2.5. Kök Kanallarının Şekillendirilmesinde Kullanılan Ni-Ti Döner Aletler

Nikel-Titanyum alaşımının kanal aletlerinin üretiminde kullanılmaya başlamasıyla beraber paslanmaz çelikten yapılan kanal aletlerinin neden olduğu pekçok dezavantaj ortadan kaldırılmıştır. Bu aletler şekil hafızasına sahip olduklarından kuvvet uygulansa bile deformasyona uğramadan orijinal şekillerine dönebilmektedirler. Ni-Ti döner aletlerin bu özelliklerinden yararlanılarak düşük devir, yüksek tork ile dönen angıldruvalarla kullanılan güncel şekillendirme teknikleri ortaya çıkmıştır (95). Ni-Ti döner aletlerin spesifik dizaynı; koniklik, kesici yivlerin şekilleri, çapraz kesit dizaynı, kesici kenar açısı gibi özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu özellikleri incelersek:

-Konisite, eğenin uç noktasından sap kısmına doğru kesici yüzeyi boyunca her milimetrede eğe çapındaki artış olarak ifade edilir.

-Kesici yivlerin şekilleri, kanal duvarlarından dentin partiküllerini ve yumuşak doku artıklarının uzaklaştırılması için çalışma yüzeyinde oluşturulmuş olan girintili oluklardır. Bu olukların etkinliği derinliğine, genişliğine, konfigürasyonuna ve yüzey sonlanmasına bağlıdır. Girintiyi takip eden en geniş çaplı yüzey dönerken eğenin kesici bıçağı oluşmaktadır (96).

-Çapraz kesit dizaynı, bir Ni-Ti döner aletin mekanik performansını belirleyen unsurdur. Çapraz kesit dizaynı, eğenin sertliğini yada esnekliğini belirler ve böylece bir aletin esneme ve bükülme sırasında oluşturduğu genel stres seviyesini belirler (97).

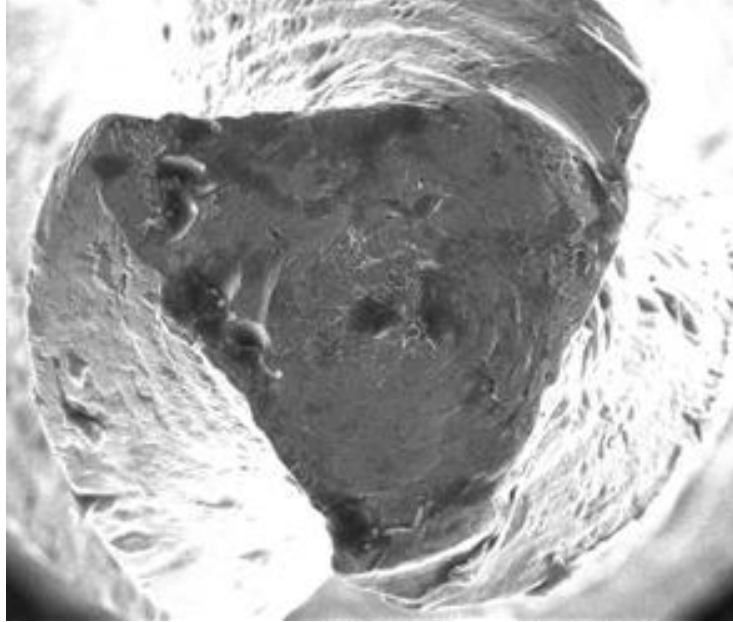
-Heliks açısı, kesme ve eğeleme işlevini sağlayan aletin kesici kenarının etkinliğini belirleyen kısımdır ve bu açının arttırılmasıyla aletin çalışma etkinliği azalır. Bu açı büyük

olduğunda alet daha çok eğeleme işlevi görürken, açı küçük olduğunda kesici kenar kanal duvarına daha eğik konumlanacağından iyi bir kesme etkisi gösterir (98).

2.6. Sıklıkla Kullanılan Bazı Ni-Ti Döner Eğe Sistemleri

2.6.1. Twisted File

Twisted File (TF; SybronEndo, Orange, CA) enstrumanı; kendine has ısıtma, soğutma ve şeffaf Rhombohedral (R) faz konfigürasyonundaki nikel titanyumun bükülmesiyle üretilmektedir ve üçgen şeklinde çapraz kesite (Resim 1) sahiptir (99). Twisted file enstrumanı R-faz tekniği kullanılarak imal edildiğinden dolayı diğer Ni-Ti döner eğelerden farklılık göstermektedir (100). Enstrumanın üretimi sırasında metal yüzeyinde mikroçatlaklar ve eğenin kesici oluklarının üzerindeki alanlarda deformasyonlar meydana gelebilir. Mikroçatlaklar ve üretim defektleri, enstrumanda maruz kalınan aşırı bükülme veya döngüsel yorgunluk durumunda eğe kırılmalarına neden olmaktadır (101).

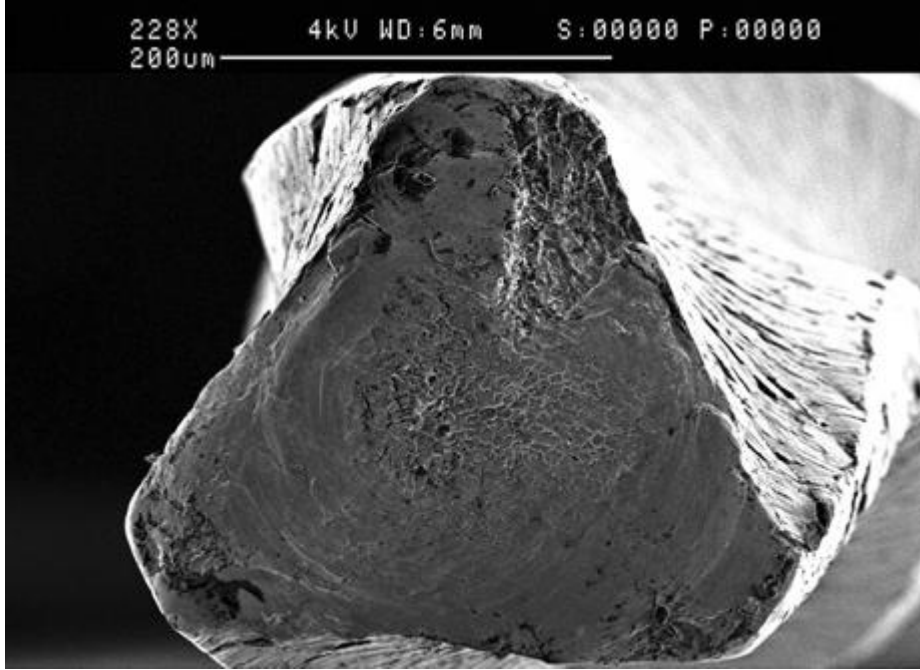


Resim 1: Twisted file Ni-Ti eğe üçgen çapraz kesit dizaynı (SEM görüntüsü) (102)

Standart Twisted File sistemi .04, .06, .08, .10, .12 değerindeki açılanmalara ve 0,25 mm lik apikal çap genişliğine sahip beş adet eğeden oluşmaktadır. Ayrıca Twisted File, geniş paket çeşitleri (10, 08, 06) ve küçük paket çeşitleri (08, 06, 04) şeklinde bireysel açılanmalara sahip olarak da paketlenmiştir.

2.6.2. ProFile

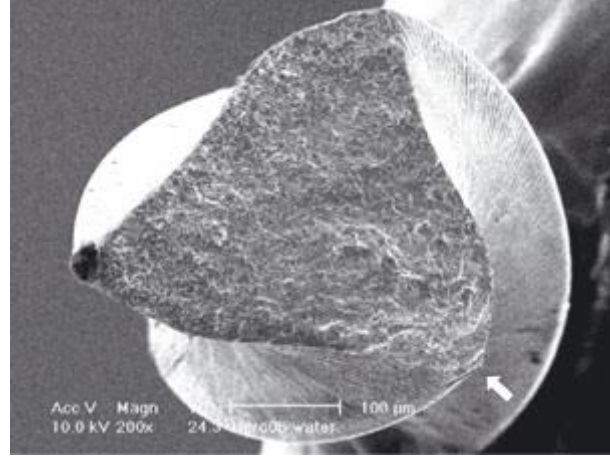
ProFile (Maillefer, Dentsply, Switzerland) sistemi; 02, 04, 06 açılanmaya ve #15-#55 arası apikal genişliğe sahip nikel titanyum eğelerden oluşmaktadır. Aletin çapraz kesiti “U blade design” olarak adlandırılmaktadır ve bu dizayn sayesinde pasif kesme yeteneğine sahiptir (Resim 2). ProFile eğelerin olukları kanal transportasyonunu azaltan ve duvarlarını düzleştiren nötral köşe eğimiyle kök dentinini kesen radial alanlara sahiptir. Kesici olmayan ucu ve düzenli radial alanlara sahip tasarımı sayesinde şekillendirme sırasında ege merkezde konumlanarak olası kanal transportasyonlarının ve basamak oluşumu gibi komplikasyonların önüne geçildiği bildirilmiştir (103).



Resim 2: ProFile Ni-Ti ege çapraz kesit dizaynı (SEM görüntüsü) (104)

2.6.3. HEROShaper

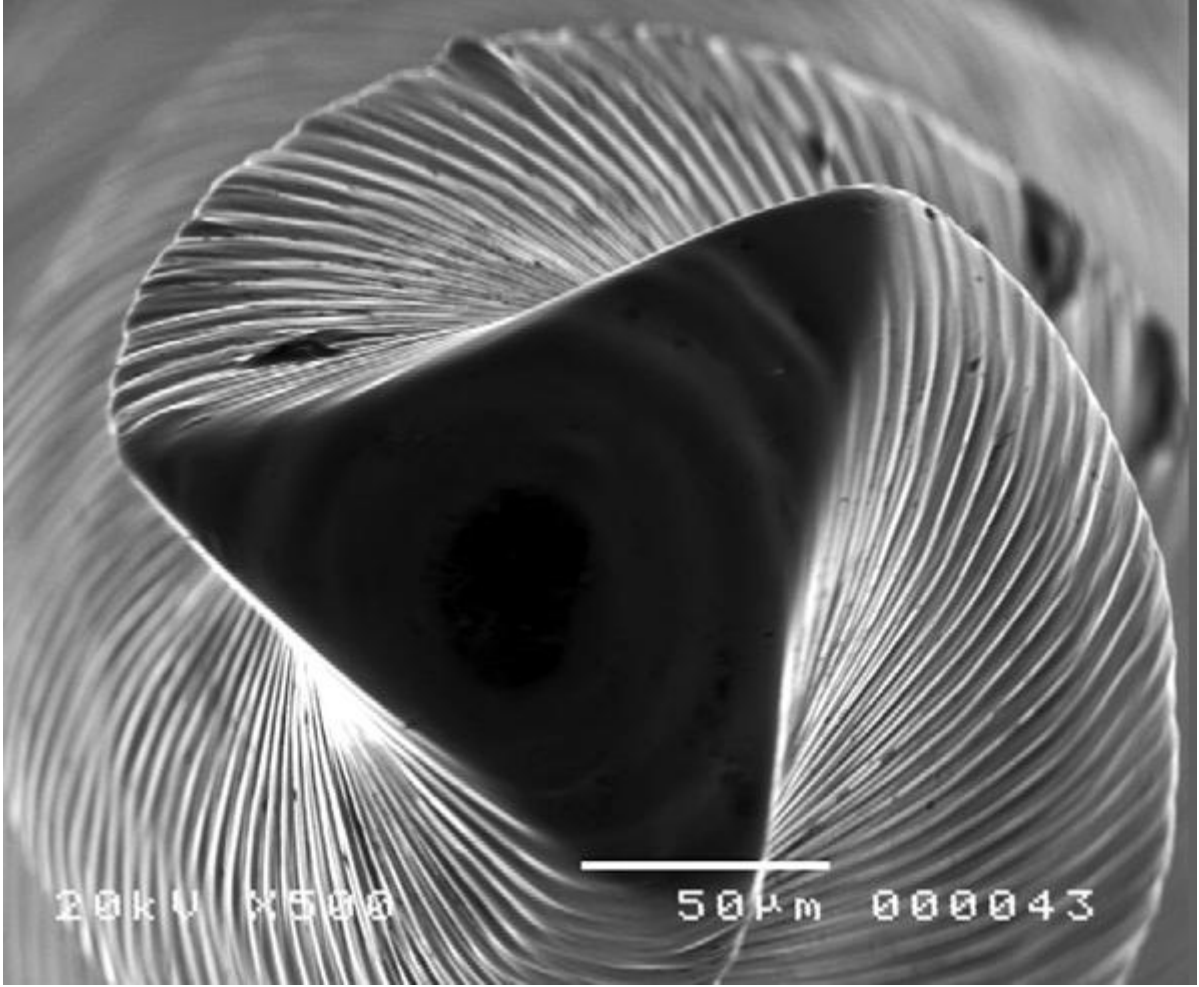
HEROShaper (Micro-Mega, Besancon, France) var olan Hero 642 döner ege sistemini tamamlayıcı olarak sonradan oluşturulmuş bir sistemdir. Benzer üçlü sarmal kesite sahiptirler ancak heliks aralıkları ve heliks açıları modifiye edilirken giriş yeteneğinin geliştirilmesi için sapı kısaltılmıştır (Resim 3). HEROShaper'ın heliks açısı eğenin ucundan gövdesine doğru, düğümlenmeyi azaltmak amacıyla artırılmış iken heliksin mesafe aralıkları, eğenin etkinliğinin, esnekliğinin ve direncinin artırılması ve açılanmanın ayarlanması amacıyla değiştirilmiştir. HEROShaper eğeler 20, 25 ve 30 numara ISO çaplarına ve 0.4 ve 0.6'lık açılanmalara sahiptirler (105).



Resim 3: HEROShaper Ni-Ti üçgen çapraz kesit dizaynı (SEM görüntüsü) (106).

2.6.4. Revo-S

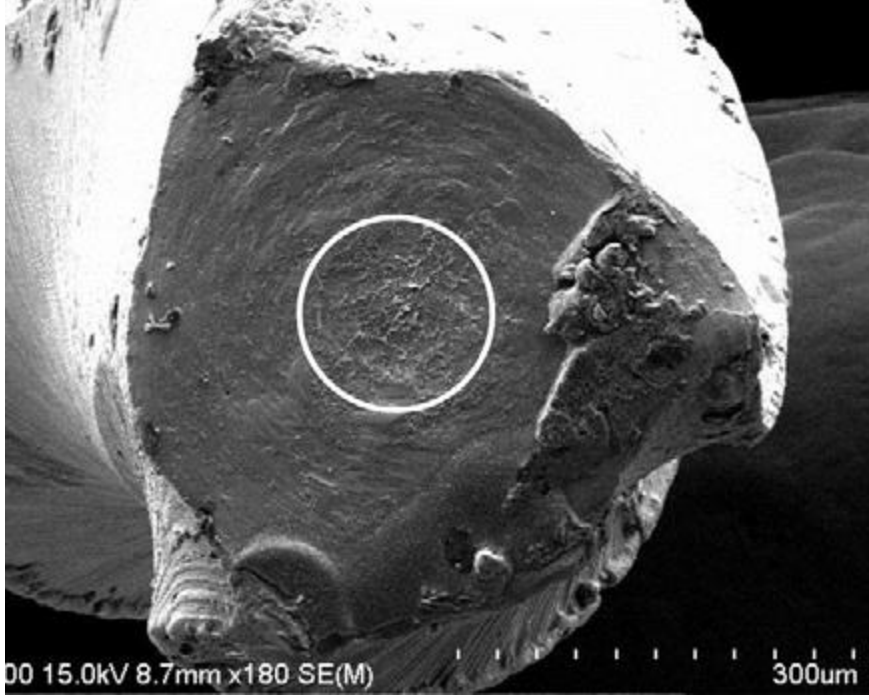
Revo-S (Micro-Mega, Besancon, France) döner Ni-Ti enstrümanları temizleme özelliğinin iyileştirilmesi, stresin azaltılması ve esnekliğin artırılması amacıyla yeni bir asimetrik çapraz kesit dizaynıyla (Resim 4) üretilmiş ve piyasaya sürülmüştür (107). Sistem apikal uç genişliği ISO #25 olan üç adet döner eğeden oluşmaktadır. Temizleyici ve şekillendirici SC1 eğesi 06 açılanmaya sahiptir, eğe boyu 21 mm olarak dizayn edilmiştir ve kanalın koronal üçte ikilik kısmının genişletilmesinde kullanılır. SC2 döner eğesi ise 04 açılanmaya sahiptir ve çalışma boyunda kullanılarak özellikle apikal genişletmeyi sağlar. Sistemin bitim eğesi olan SU, 06 açılanmaya sahiptir ve tam çalışma boyunda kullanılarak kanal boyunca genişletmede ve şekillendirmede kullanılır (108).



Resim 4: Revo-S Ni-Ti eğe asimetrik çapraz kesit dizaynı (SEM görüntüsü) (108).

2.6.5. WaveOne

Yeni WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) Ni-Ti döner eğe sistemi başlangıçtan bitime kadar kök kanalını tek kullanımda tek bir eğe ile tamamen şekillendiren bir sistem olduğu bildirilmektedir (109,110). WaveOne eğeleri M-Wire teknolojisi ile üretilerek dayanıklılığı ve döngüsel yorgunluk direnci diğer eğe çeşitleriyle karşılaştırıldığında yaklaşık dört kat arttırılmıştır (111). WaveOne döner eğeleri resiprokal hareketle eğeleme yapacak şekilde tasarlanmıştır. Bütün eğelerinin apikal uçları modifiye konveks üçgen çapraz kesite, koronal uçları ise konveks üçgen çapraz kesite sahiptirler (Resim 5). Bu dizayn aletin ortalama esnekliğini arttırmaktadır. WaveOne döner eğeleri resiprokasyon açısı ve dönme hızı önceden ayarlanmış WaveOne motoruna bağlı angıldruva ile kullanılır (112). Bu açılar WaveOne sistemi için 170° saat yönü tersine ve 50° saat yönünde rotasyon hareketi şeklindedir (113).



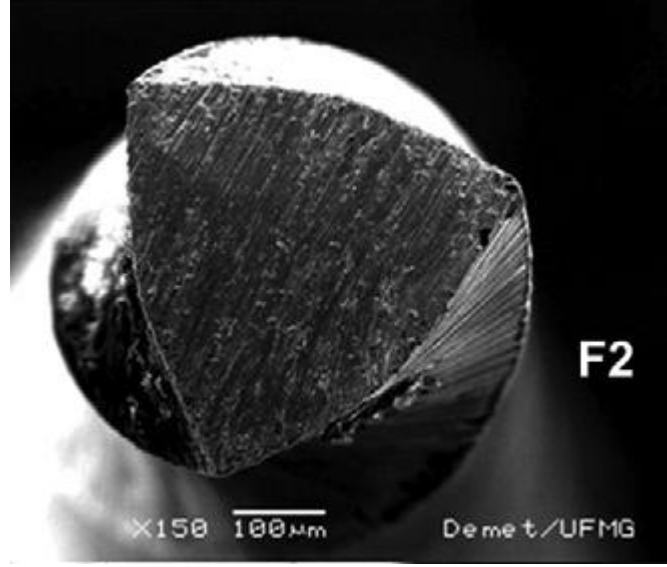
Resim 5: WaveOne Ni-Ti eğe modifiye konveks üçgen çapraz kesit dizaynı (SEM görüntüsü) (114)

WaveOne tek eğe resiprokasyon sisteminin 21, 25 ve 31 mm'lik üç adet eğesi vardır. WaveOne Small eğesi ince kanallarda kullanılır. Uç boyutu ISO 21'dir ve % 6'lık düzenli açılanmaya sahiptir. WaveOne Primary eğesi kanalların çoğunluğunun şekillendirilmesinde kullanılır. Uç boyutu koronal sonlanmaya doğru azalan % 8'lik bir apikal açılanmaya sahip ISO 25 kadardır. WaveOne Large eğesi ise geniş kanallarda kullanılır. Uç boyutu koronal sonlanmaya doğru azalan % 8'lik bir apikal açılanmaya sahip ISO 40 kadardır (112).

2.6.6. ProTaper

ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) eğelerin en belirgin özelliği her eğenin kesici bıçak uzunluklarında değişken açılanma yüzdelere sahip olmasıdır. Bu gelişmiş açılanma dizaynı esnekliğin, kesim etkinliğinin ve güvenliğin artırılmasını sağlamaktadır (115). ProTaper aletlerin başka bir özelliği de konveksitesi ve üçgen kesitine (Resim 6) bağlı olarak dentin ve eğenin kesici yüzeyi arasındaki rotasyonel sürtünme azalmasında bile sergilediği yüksek kesim etkisidir (116). ProTaper eğeler değişken sarmal açığa, kanal içine aletin istenmeden vidalanma potansiyelini azaltan kesici kısımlara (117) ve her biri kesici olmayan modifiye bir rehber uca sahiptir. Bu özellik bütün enstrümanların kanalda güvenle ilerlemesini sağlarken ucundaki küçük düzlük yumuşak doku ve debris

içinden yolunu bulma yeteneğini güçlendirir (118). ProTaper sistemi üç şekillendirici ve üç bitim eğesinden oluşur.



Resim 6: ProTaper Ni-Ti eğe konveks üçgen çapraz kesit dizaynı (SEM görüntüsü) (119).

S1 ve S2 olarak adlandırılan şekillendirici eğelerin saplarında sırasıyla mor ve beyaz renkli şeritler mevcuttur. Çap, S1 ve S2 eğelerde (D_0) sırasıyla 0,17 mm ve 0,20 mm iken D_{14} bölgesinde 1,20 mm civarındadır. Üzerinde şerit bulunmayan ve SX olarak adlandırılan yardımcı şekillendirici eğe, S1 ve S2 eğelere göre daha kısa olup toplamda 19 mm uzunluğundadır. Kısıtlayıcı alan varlığında mükemmel bir giriş sağlayan SX eğesi 0,19 mm'lik D_0 çapına sahiptir ve D_{14} çapı 1,20 mm civarındadır. ProTaper eğeler kanalların şekillendirilmesi ve genişletilmesinde kullanılan tekniklerden biri olan Crown-down tekniğine uygun olarak dizayn edilmiştir. Her biri kesici bıçak kısmı boyunca gittikçe artan oranlarda açılanma gösteren bu sistemdeki S serisi eğeler ile kanalın spesifik bir bölgesinde şekillendirme işlemi etkin olarak yapılabilmektedir. SX döner eğesi diğer ProTaper şekillendirici eğelerle karşılaştırıldığında D_1 ve D_9 arasında daha hızlı artan oranda bir açılanmaya sahip olduğu için öncelikli olarak kanalın koronal kısmının şekillendirilmesinde kullanılır.

F1, F2 ve F3 olarak adlandırılan üç bitim eğesi saplarında sırasıyla sarı, kırmızı ve mavi tespit halkalarına; 20/07, 25/08, 30/09 D_0 çaplarına ve apikal açılanmalarına sahiptir. D_4 'den D_{14} 'e kadar her bir enstrumanın sahip olduğu azalan oranlardaki açılanmaları sayesinde esnekliği artırılırken tehlikeli sıkışma potansiyelleri azaltılmıştır.

Kanal tedavisi başlangıcında kanallara düz bir giriş sağlandığında, kanal aletinin üzerine EDTA uygulanarak kanallara penetre olması sağlanır. Preoperatif radyografide ISO

0.02 açılı 10 ve 15 numaralı el eğeleri tahmini kanal boyuna erişebilmek için kanal kurvatürüne göre eğimlendirilerek ölçülür. 10 ve 15 numaralı el eğelerinin çalışma boyuna erişimi rahatlayıp girişi düzleşinceye kadar bu eğeler jel EDTA ile birlikte kullanılır. 15 numaralı el eğesi çalışma boyuna rahatça ulaşıncaya kadar ölçülen boy ProTaper S1 ve S2 döner eğelere aktarılır.

Kök kanalının ayarlanmış kısmının ön-genişletmesi, önce S1 sonra S2 döner eğeleri kullanılarak uygun biçimde gerçekleştirilebilir. Başlangıç şekillendirme prosedüründen önce, pulpa odası NaOCl solüsyonuyla doldurulur. Basıncsız olarak birkaç defa, ProTaper şekillendirici eğeler pasif olarak kanal içine daldırılır ve rehber yol takip edilir. Güvenliği ve etkinliği optimize etmek için şekillendirici eğeler, özellikle dentin düzensizlikleri ve lateral duvarlar için fırça gibi kullanılır. Fırçalayarak kesme aksiyonu, kanal içinde daha derine ilerlemeye, daha aktif bıçak kesimine ve güvenle kanalda genişletmeye yardımcı olur. Eğer herhangi bir ProTaper eğe bir kanalın çalışma boyuna kolayca ulaşamıyorsa, çalışma durdurulur, eğenin kesici kısımları debris tarafından bloke edilmiş olduğu varsayıldığından eğe kanal içinden dışarı çıkarılır. Her bir şekillendirici eğe kullanımını takiben irrigasyon yapılır, 10 numara eğe ile debris parçalamak ve solüsyonun kanal içine doğru hareketini sağlamak için rekapitülasyon yapılır ardından tekrar irrigasyon yapılır. Basınç oluşturmaksızın, bir veya birkaç kez, önce S1 sonra S2 döner eğesi bu şekilde 15 numaralı eğenin ayarlanan boyuna ulaşıncaya kadar kullanılır (120).

Kanalın koronal üçte ikilik kısmı şekillendirildiğinde, apikal üçte birlik kısma odaklanılır. Kanalın apikal üçte birlik kısmı en azından 15 numaralı el eğesi ile genişletilir ve çalışma boyu doğrulanarak rehber yol oluşturulur (121). 15 numaralı eğe kanala yavaşça yerleştirilip pasif olarak kanalda çalışma boyuna kadar hareket ettirilebilirse, sonrasında döner alet genellikle bu boyu izleyerek rehber yolu doğrular. Buna rağmen bazı kanallar, çalışma boyuna ulaşmak için 10 veya 15 numaralı eğeleri eğimlendirerek manuel çalışmayı gerektiren anatomik zorluklar sergilemektedir.

S1 ve S2 döner eğeleri genellikle kanalın boyuna, çapına ve eğimine bağlı olarak bir veya birden fazla denemede tam çalışma boyuna ulaşabilmektedir. Her bir ProTaper eğesini takiben yıkama, el eğeleriyle rekapitülasyon ve ardından tekrar irrigasyon yapılır. Şekillendirici eğeleri kullandıktan sonra, özellikle daha eğimli kanallarda, daha düz bir kanal oluşturulduğu için çalışma boyu yeniden doğrulanmalıdır. Tedavinin bu safhasında, bitiş eğeleri kullanılarak şekillendirme bir veya birden daha fazla eğe fırçalama hareketi yapmaksızın bitirilebilir. F1 döner eğesinin pasif olarak kanalda ilerlemesine apeks ulaşılincaya kadar izin verilir. Bu döner eğe çalışma boyuna ulaşıncaya kadar motora bağlı

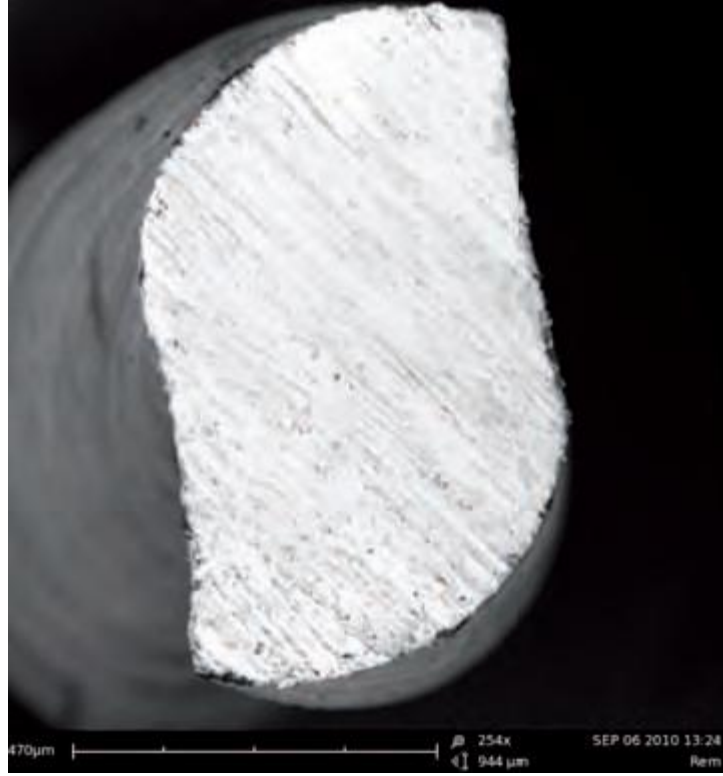
angıldruvadan çıkarılır ve apikal olukları incelenir, eğer eğin olukları dentinle doluyrsa şekillendirme durdurulur. Kanal yıkama solüsyonuyla doldurulur, rekapitulasyon yapıp çalışma boyu doğrulanır, tekrar yıkama yapılır ve şekillendirme işlemleri ya sonlandırılır ya da F2 ve F3 eğeleri kullanılarak işleme devam edilir (120).

2.6.7. RECİPROC

Reciproc (VDW, Munich, Germany) eğe sistemi, kırılma insidansını minimize etmek için bir şekillendirici eğe kullanmadan önce kanala daha küçük enstrümanlarla girilerek yol açılmasını gerektiren güncel standart yaklaşıma tamamen karşı çalışan bir sistemdir. Bu yeni şekillendirme görüşünde kanala giriş için başka bir önkoşul olmadığı iddia edilmektedir. Şekillendirici alet, kanalda mevcut olan doğal yoldaki en ufak direnci takip etmektedir. Bu durum zaman tasarrufunun yanı sıra özellikle girişi sınırlanmış dişlerde rahatlık da sağlamaktadır. Ayrıca döner eğelerin kullanımından önce el eğelerinin kullanımına bağlı olarak oluşan hatalar da engellenebilmektedir.

Sistem R25, R40 ve R50 olarak adlandırılan üç eğe, bir motor (VDW.SILVER RECİPROC) ve özel paper point ile gutta-percha'lardan oluşmaktadır. Sadece bir Reciproc eğesi kanalın başlangıç genişliğine bağlı olarak kanal şekillendirmede kullanıldığı belirtilmektedir.

Reciproc döner eğeleri, geleneksel nikel-titanyumlardan daha dirençli dönüş yorgunluğuna ve daha büyük esnekliğe sahip olan "M-wire" nikel-titanyumdan üretilmiştir. S-şeklinde çapraz kesite sahiptirler (Resim 7). Bu üç enstrüman giderek azalan bir açılanmaya sahiptirler.



Resim 7: Reciproc Ni-Ti ege çapraz kesit dizaynı (SEM görüntüsü) (122).

R25, ucunda 0.25 mm'lik bir çapa ve ucunun 3 mm'sinden sonra % 8'lik (0.8 mm/mm) bir açılanmaya sahiptir. D16'daki çapı 1.05 mm'dir.

R40, ucunda 0.40 mm'lik bir çapa ve ucunun 3 mm'sinden sonra % 6'lık (0.6 mm/mm) bir açılanmaya sahiptir. D16'daki çapı 1.10 mm'dir.

R50, ucunda 0.50 mm'lik bir çapa ve ucunun 3 mm'sinden sonra % 5'lik (0.5 mm/mm) bir açılanmaya sahiptir. D16'daki çapı 1.17 mm'dir.

RERİPROC sisteminin motoru şarj edilebilir bir batarya yardımıyla çalıştırılmaktadır. Reciproc eğeleri saniyede 10 tur resiprokasyonla kullanılmaktadır bu da yaklaşık 300 rpm değerindedir. Motorun resiprokasyon açısı ve hızı üç ege için de programlanmıştır. Reciproc sisteminde 150° saat yönü tersine (CCW) ve 30° saat yönünde (CW) rotasyonlar kullanılmaktadır (104). Eğenin kesme yönündeki hareketi kanalda ilerleyerek dentini kesmek için onunla kenetlenmektedir. Ege ters yönde döndüğünde ise serbestleşmektedir. Sonuçta, saat yönünde ve saat yönü tersine rotasyonları kanaldaki enstrumanla ilgili bir ilerlemedir. Bu nedenle, ilerleme hemen hemen otomatik olarak oluştuğu için sadece çok hafif apikal basınç alet üzerine uygulanmalıdır. Bu açılar Reciproc aletlerine özgüdür. Bunlar aletin bükülme özelliklerine göre belirlenmiştir ve tork gibi motora özgü niteliklerden etkilenmektedir.

Sistemin kanal giriş kavite gereksinimi, kanallar arasının doğrusal olarak birleştirilmesidir ve irrigasyon protokolü standart şekillendirme teknikleriyle aynıdır. Kök

kanal girişlerini bir Gates Glidden frez veya bir giriş açıcıyla genişletmeye gerek olmadığı bildirilmiştir.

Reciproc enstrumanın seçimi yeterli bir preoperatif radyografiye göre yapılır. Eğer radyografide, kanal kısmen yada tamamen izlenemezse, kanal dar kabul edilir ve R25 seçilir. Bunun dışında radyografi, giriş kavitesinden apekse kadar kanalı açık gösterdiğinde; kanal orta genişlikte yada geniş kabul edilir. #30 el egesi çalışma boyuna kadar kanala pasif olarak sokulur. Eğer çalışma boyuna ulaşırsa, kanalın orta genişlikte olduğu kabul edilir; kanal şekillendirmesi için R50 seçilir. Eğer #30 el egesi çalışma boyuna pasif olarak ulaşmazsa, #20 el egesi kanala pasif olarak sokulur. Eğer #20 çalışma boyuna ulaşırsa, kanal orta genişlikte kabul edilir; R40 kanal şekillendirmesi için seçilir. Eğer #20 el egesi pasif olarak çalışma boyuna ulaşmazsa, R25 kanal şekillendirmesi için seçilir.

Reciproc sisteminde saat yönü ve saat yönü tersi açıları, eğerlerinin sıklıkla kırıldığı açılardan daha küçük olacak şekilde belirlenmiştir. İleri geri hareket eden bir ege kanal içinde bağlandığında, onun spesifik kırılma açısına geri dönmeyecektir. Bu yüzden; bağlanmayı azaltmak için kanal yolu oluşturulması, Reciproc eğerleri için istenmemektedir. Reciproc eğerlerinin kesim etkinliği ve resiprokasyonla merkezde toplama yeteneği, enstrumanın dar kanalları güvenli bir şekilde genişletmesine izin verdiği iddia edilmektedir.

Şekillendirme başlangıcından önce kök kanalının tahmini boyu, yeterli bir doz ve açılanmayla elde edilmiş başlangıç filmi yardımıyla belirlenir. Reciproc eğerlerinin üzerindeki silikon tıkaç, bu tahmini boyun üçte ikisi kadarlık bir uzunluğuna ayarlanır. Reciproc egesi, içeri ve dışarı gagalama hareketiyle ve kanaldan tamamen dışarı çıkarmaksızın yavaşça kanal içine yerleştirilir. İçeri ve dışarı hareketinin sıklığı 3-4 mm'yi aşmamalıdır. Sadece çok hafif basınçlar hareket sırasında uygulanabilir. Reciproc egesi, kanal içinde apikal yönde kolayca ilerleyecektir. Üç içeri ve dışarı hareketten sonra yada eğerinin kanalda ilerlemesi için daha fazla basınç ihtiyacı duyulduğunda veya dirençle karşılaşıldığında, aletin oluklarının temizlenmesi için kanaldan dışarı çıkartılır. #10'luk bir el egesiyle kanalın tahmini boyunun üçte ikisinin açıklığı kontrol edilir ve kanal bolca yıkanır. Daha sonra çalışma boyuna ulaşıncaya kadar aynı şekilde işleme devam edilir. Çalışma boyuna ulaşıldığında ege kanaldan çıkartılır.

Döner ege sistemlerini kullanırken enstrumanın ucu kanalda sıkışabilir. Eğerinin ucu kuşatılmışken, motor enstrumanı döndürmeye devam edecektir. Eğerinin plastik limiti aşılincaya kadar alet dönmeye devam edecektir ve sonunda rotasyon açısına bağlı olarak kırılacaktır. Bu nedenle, devamlı döner sistemleri kullanmadan önce başlangıç kanal yolu

oluşturulmalıdır. Kanal yolunun oluşturulması, eğenin sıkışma insidansını azaltacaktır ve böylece fraktür oluşma riski de azaltılmış olacaktır (122).

2.6.8. SELF-ADJUSTİNG FILE (SAF)

Self-adjusting file (SAF; ReDent Nova), 120 μm 'lik nikel-titanyum kafesten oluşan 1.5 ve 2.0 mm çaplı silindir Şeklinde, sıkıştırılabilen içi boş bir eğedir (Resim 8). 1.5 mm'lik SAF, daha önce #20 K-file ile Őekillendirilmiř herhangi bir kanala kolayca yerleştirilebilmektedir. 2.0 mm'lik SAF ise #30 K-file ile prepare edilmiş herhangi bir kanala kolayca yerleştirilebilmektedir (123). Kanala yerleştirildiğinde, kanalı temizleme ve Şekillendirme işlemleri sırasında, sadece kanalda uzunlamasına adaptasyon gösteren diğer tüm döner eğe sistemlerinden farklı olarak kanalın çapraz kesitine de adapte olduğu için kanalda üç boyutlu adaptasyon sağlamaktadır. Kafesi oluşturan tellerin yüzeyi, eğenin ileri-geri zımparalama hareketi sırasında dentini kaldırmasına yardımcı olması için hafifçe pürüzlendirilmiştir (123). Operasyon sırasında, eğe dar bir kanala yerleştirilince sıkışabilecek Şekilde dizayn edilmiştir. Ancak sonrasında eğe orijinal Şekline tekrar dönmeye çalışır böylece kanal duvarları üzerinde hafif bir basıncı da oluşturulmuş olur (124).



Resim 8: SAF Ni-Ti eğe dizaynı (124).

SAF, 0.4 mm iniş-çıkış hızında ve dakikada 3,000 ile 5,000 arası “içeri ve dışarı” titreşim hareketiyle kök kanalını şekillendirmektedir. Böyle bir el aleti, KaVo GENTLEpower veya benzeri bir alet ile ya 3LDSY başlık (360° serbest rotasyon; Kavo, Biberach Riss Germany) ya MK-Dent başlık (360° serbest rotasyon; MK-Dent, Bargteheide, Germany) yada RDT3 başlık (serbest olduğunda 80 rpm dönen ve kanal duvarına kenetlenince dönmeyen; Re-Dent-Nova, Ra’anana, Israel) ile kombine edilerek kullanılmaktadır (124).

Bu eğenin içi boş dizayna sahip olması, kanal temizleme ve şekillendirme işlemleri boyunca sürekli yıkama sağlanmasına ilaveten vibrasyon hareketinin kanal içinde oluşturduğu türbülansla yıkama solüsyonunun ekstra aktivasyonuna da izin vermektedir (125). Yıkama işlemi, operasyon sırasında sürekli akışı sağlayan VATEA(Re-Dent-Nova) adında özel bir cihaz tarafından gerçekleştirilmektedir (126). Bu cihaz silikon bir boru ile eğenin üzerindeki dağıtım soketine bağlıdır ve düşük bir basınçla dakikada 1 ile 10 ml arasında sürekli bir yıkama solüsyonu akışı sağlamaktadır (124).

SAF önceden belirlenmiş çalışma boyuna ulaşıncaya kadar hassas bir biçimde kanal içine yerleştirilir. Daha sonra her bir kanal için ikişer dakikalık iki döngüde toplam 4 dakika boyunca sürekli yıkama eşliğinde ve kanal içinde içeri ve dışarı el hareketleriyle şekillendirme gerçekleştirilir (124). Birinci iki dakikalık siklus boyunca sodyum hipoklorit (5 ml/dk), ikinci iki dakikalık siklus boyunca ise EDTA (5 ml/dk) kullanılır (126). Bu işlemin kanal içinden 60-75 µm arası üniform bir dentin tabakasını kaldırdığı bildirilmektedir (123). SAF tek kullanım için dizayn edilmiştir. (124).

Çoğu döner ege sistemi kanalın en geniş olan kısmını bulacaktır, artan çaptaki bazı eğelerin kullanımı ise yuvarlak kesitli daha geniş bir kanal meydana getirecektir. Eğer kanal nispeten dar bir kanal ise orijinal kanalın tümü şekillendirmeye dahil edilebilir. Buna karşın kanal yassı, oval, damla şeklinde yada sadece genişse, bu şekillendirme tarzı özellikle kanalın bukkalinde yada lingualinde dokunulmamış alanlar bırakabilir (124).

SAF kanal duvarlarından muntazam bir dentin tabakası kaldırırken dar bir kanalı yavaş yavaş genişletip şekillendiren tek bir ege olarak kullanılmaktadır. SAF uygulandığı kanalın çapraz kesitine adapte olduğundan dolayı yuvarlak kesitli bir kanalı daha geniş bir yuvarlak kanal şeklinde, oval kesite sahip bir kanalı ise daha geniş bir oval kanal şeklinde genişletir (123).

Yassı kök kanallarında çalışıldığında nikel-titanyum döner eğeler kanal duvarlarında dengesiz dentin kayıplarına yol açabilir. Bu durumda kanalda yuvarlak bir oyuk oluşturulurken mesial ve distalde kalan dentin incelik ancak bukkal ve lingual bölgede hala dokunulmamış dentin kalabilir (124). Kalan dentin duvarlarının kalınlıklarındaki bu

düzensizlikler, vertikal kök fraktürleri için predispozan faktör olabilmektedir (127). Buna karşın, SAF kanal duvarlarından düzenli kalınlıkta dentin tabakasını kaldırdığı için kanal duvarlarının kalınlığı daha muntazam kalmaktadır ve bahsi geçen risklerden de kaçınılmaktadır (124).

SAF aşırı derecede esnek ve yumuşaktır. Kanalı kendi şeklini almaya zorlamaz ancak kanalın orijinal şekline kendisi uyar. Eğri kanallarda kalın nikel-titanyum döner eğeler eğimin tersi yönüne doğru kanalı taşıma eğilimine sahiptirler. Aynı boyutlardaki SAF kanalı genişletmek için kullanıldığında ise, bu eğe eğri kanalın apikal kısmını orijinal yerine daha yakında tutmak eğilimindedir (124).

Kök kanal tedavisi sırasında bol miktarda NaOCl ile kök kanallarının yıkanması sıklıkla önerilmektedir (79,128). NaOCl'nin hedef bakteri veya debris dokusuyla karşılaştığında yavaş yavaş etkisini kaybettiği belirtilmiştir (129). Bu durumda çok küçük hacime sahip dar kanallarda, kanalın içerdiği az miktardaki sodyum hipoklorit etkisini kısa sürede kaybetmektedir. Bundan dolayı yıkama solüsyonunun sıklıkla yenilenebilmesi optimal etkinliğinin sürdürülebilmesi için gereklidir (124).

SAF yıkama solüsyonunun düzenli akışıyla çalışmaktadır, bu yolla kanalın içinde her zaman taze yıkama solüsyonunun bulunması sağlanmaktadır. Eğenin metal tellerinin irrigasyon ajanı içindeki vibrasyonu, yıkama solüsyonunun temizleme ve debridman etkinliğini arttırmaktadır (130,125).

Kanalda yıkama solüsyonunun yenilenmesi işlemi sırasında klinik olarak önemli bir basınç oluşmamaktadır. Metal tellerin yıkama solüsyonunun serbest kaçışına izin vermesinden dolayı kanalda SAF ile çalışılırken basınç oluşmaz (123).

Diğer mekanik aletlerde olduğu gibi SAF da kanal duvarlarında smear tabakasının oluşmasına yol açmaktadır. EDTA ya da sitrik asit gibi bir şelasyon ajanıyla son yıkamanın gerçekleştirilmesi, obturasyon öncesi smear tabakasının kaldırılmasında sıklıkla kullanılmaktadır. SAF'la birlikte %3'lük NaOCl ve %17'lik EDTA'nın dönüşümlü olarak yıkamada kullanılması kök kanal yüzeyinin debris ve smear tabakasından temizlenmiş hale getirmektedir (125).

2.7. Endodontide Mikrobiyolojik Çalışmalarda Kullanılan Deneysel Yöntemler

Endodontik tedavilerde kullanılan çeşitli materyal ve/veya yöntemlerin mikroorganizmalar üzerine antibakteriyel etkinliklerinin araştırılmasına yönelik olarak yapılan çalışmalarda; ağar difüzyon testi, direkt kontakt testi, polimeraz zincir reaksiyonu yöntemi ve mikrobiyolojik sayım yöntemleri kullanılmaktadır (131-133).

2.7.1. Agar difüzyon testi

Agar difüzyon tekniğinde, içinde test edilecek olan maddenin bulunduğu bir çukur sistemiyle, test organizmasının içinde üreyebileceği uygun bir besiyeri kullanılmaktadır. Bu amaçla en yaygın kullanılan besiyeri %5-10 defibrine koyun kanlı agardır. Besiyeri üzerine, belirli çapta açılan kuyulara homojen olarak çözülmüş etkinliği araştırılan materyal koyulur ve agar yüzeyine test bakterisi yayılır. 37°C’de 1-2 gün süreyle inkübe edilerek, bakteri üremesinin inhibisyonu ile antibakteriyel etkinlik belirlenir. Kullanılan maddenin yapısal özelliği difüze olma yüzdesini veya süresini etkileyebilmekte bu durum da deney sonuçlarında da etkili olabilmektedir. İnkübasyon süresi sonunda, kullanılan madde etkili ise çukurların etrafında belirgin biçimde üremenin olmadığı inhibisyon zonları oluşmaktadır. Oluşan inhibisyon zonlarının çapları ölçülerek kaydedilmekte ve değerlendirilmektedir. Kuyucuklara koyulan maddenin artan ya da azalan konsantrasyonlarıyla, aktivite sonucu oluşan inhibisyon zonu çaplarının da doğru orantılı olarak artması ya da azalması beklenmektedir (134).

2.7.2. Direkt Kontakt Testleri

Bu metotta, ticari olarak geliştirilmiş, 80, 96 veya daha fazla kuyucuğa sahip plaklar kullanılmaktadır. Bu kuyucuk serilerinde madde dilüsyonları hazırlanmakta ve belli bir miktarda kültürün ilavesiyle, madde ve mikroorganizma etkileştirilmektedir. İnkübasyondan sonra test edilen antimikrobiyal maddenin, kullanılan mikroorganizmaya karşı hangi konsantrasyonda etkili olduğu üremenin varlığına veya yokluğuna göre belirlenmektedir. Üremenin varlığı ya da yokluğu bulanıklık tayiniyle yapılmakta ve üremenin olmadığı en düşük konsantrasyon değeri, minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK) değeri olarak tanımlanmaktadır (134).

2.7.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

Bu yöntemde, belirli bir uzunluktaki DNA parçasının hücre dışı replikasyonuna ve 25-35 siklus sonucunda DNA polimeraz enziminin hedef DNA’yı in vitro olarak çoğaltması sayesinde hücre tanınmaktadır. PCR reaksiyonu amplifikasyon işlemi adı verilen başta DNA’nın ısı ile denatürasyonu sonra sentetik oligonükleotidlerin hedef DNA’ya bağlanmasıyla DNA hibridizasyonu daha sonra da DNA zincirinin polimerizasyonu şeklinde siklusların belirli bir sayıda tekrarlanmasına dayanmaktadır. Bu işlemden sonra amplifikasyon ürününün saptanması, kopyaları çıkarılan primerler arasında kalan belli baz çifti büyüklüğündeki bölgenin jel üzerinde yada amplifikasyon yapılan bölgeye uygun tamamlayıcı prob ile hibridizasyon sonrası belirlenmesiyle gerçekleşmektedir (135).

2.7.4. Mikrobiyolojik Sayım Yöntemi

Mikrobiyolojik sayım yönteminde bakteri ekimi yapılmış ve işlem görmüş dişten steril kağıt konular yardımıyla kanal içeriğinden örnekler elde edilir ve bu örnekler aseptik şartlarda uygun bir besiyerine transfer edilir. Alınan bakteri örnekleri üreme için uygun şartlar altında inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonucu üremiş olan bakteriler türlerine uygun olarak öze yardımıyla kültür ortamına ekilir ve oluşturulan bakteri kolonileri sayılarak koloni oluşturan birim (cfu) şeklinde sadece canlı kalan hücrelerin sayılabildiği bir yöntemdir (136).

2.8. ENTEROCOCCUS FAECALIS

Enterokoklar tekli, ikili veya kısa zincirler halinde bulunan Gram-pozitif, fakültatif anaerob bakterilerdir. Enterokoklar doğal gereği 10° C ile 45° C arasında üreyebilme, % 6.5'lik sodyum hipokloritli veya pH 9.6'lık ortamda gelişebilme ve 60° C'de 30 dk hayatta kalabilmek gibi güçlü karakteristik özelliklerle donatılmıştır (137).

Enterokokların medikal önemi, buldukları yetişkin insan intestinal florasındaki önemsiz oranına (% 1'den az) nispeten daha ağır gelmektedir. Enterokok türleri nozokomiyal enfeksiyonlarda ilk sırada yer almaktadır (138). Özellikle böyle enterokokların neden olduğu Gram-pozitif bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde vankomisin türevi ilaçlar kullanılmaktadır. Ancak vankomisine dirençli bakterilerin sayılarındaki artış hem enterokok kaynaklı enfeksiyonların tedavisini zorlaştırmaktadır hem de vankomisine karşı horizontal direnç oluşumu anlamında risk teşkil etmektedir (139). *E. faecalis* V583 soyu Birleşik Devletler'de vankomisine direnç gösteren ilk klinik izole tür olarak rapor edilmiş ve VanB fenotip olarak gösterilmiştir (140).

Enterokoklar nekrotik pulpal dişlerin kök kanallarından izole edilen mikrobiyal türler arasında küçük bir yüzdeyi teşkil etmektedir (141). Buna karşın, başarısız kanal tedavili dişlerin kök kanallarından izole edilen türlerden en yaygın olanıdır. Kök kanallarından izole edilen dirençli enterokok türleri arasından en yaygın olanı *E. Faecalis* olduğu bildirilmiştir. Sundqvist ve arkadaşları (2), apikal periodontitisli kanalı doldurulmuş dişlerin % 38'inde *E. Faecalis*'i bulmuştur. Diğer çalışmalar, başarısız endodontik tedavili dişlerin yaklaşık olarak % 50'sinde bu mikroorganizmaların izole edilebileceğini belirtmektedir (142-144).

Bu çalışmamızda, *E. Faecalis* ile enfekte edilmiş alt premolar dişlerin üç farklı Ni-Ti döner ege sistemi olan SAF, ProTaper ve Reciproc sistemlerini kullanarak şekillendirme öncesi ve sonrası kanal içinden örneklerin alınması ve bu örneklerin laboratuvar incelemesi sonucunda üç farklı döner ege sisteminin antibakteriyel etkinliklerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan örneklerin hazırlık ve şekillendirme aşaması Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Polikliniğinde; bakteri üretimi, örneklere bakteri ekimi ve örneklerin incelenmesi ise Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada, Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Polikliniğinde çeşitli sebeplerle çekilmiş olan 60 adet tek köklü, yuvarlak kanallı daimi alt premolar insan dişi kullanıldı (Resim 9). Dişlerin üzerindeki diştaşı ve periodontal doku artıkları küret ve kretuar yardımıyla kök yüzeyine zarar vermeden uzaklaştırıldı. Dişler akan su altında yıkandıktan sonra % 5,25' lik sodyum hipoklorit solüsyonunda bir saat bekletildi, tekrar akan suyla yıkandı ve çalışma gerçekleştirilinceye kadar % 0,2' lik timon kristali eritilmiş distile su içerisinde oda sıcaklığında saklandı. Saklama ortamı haftada bir defa değiştirildi.



Resim 9: Çalışmada kullanılmak üzere hazırlanmış tek köklü alt premolar dişler.

Dişlerin konvansiyonel kanal giriş kaviteleri elmas frezler yardımıyla dişin oklüzal yüzeyinde, yuvarlak şekilde açıldı. Kök kanal içeriği tirnerfler kullanılarak çıkarıldı. Kök kanallarına 15 numaralı K-file eğe yerleştirildi ve eğenin apikal uca ulaştığı gözlemlendi. Bu boydan 1 mm kısa olacak şekilde 20 numaralı eğe ile kök kanalları şekillendirildi (Resim 10). Smear tabakasının kaldırılması için kanallara bir dakika % 17'lik EDTA uygulandı ve daha sonra her bir kanal 2 ml % 2,5'lik NaOCl ile yıkandı. Artık NaOCl'nin inaktivasyonu için her bir dişin kanalı 2 ml % 10'luk sodyum tiyosülfatla yıkandı ve kağıt konlarla kurutuldu.



Resim 10: Bakteri ekimine hazırlanmış bir diş görüntüsü.

Standardizasyonu sağlamak için çalışmada kullanılacak olan 60 diş, 20'lu gruplardan oluşan 3 gruba ayrıldı. Steril şartlar altında hazırlanan Mueller Hinton Broth (MHB) (*Fluka, Biochemika Sigma Aldrich Chimie, St Quentin Fallavier, Fransa*) altı adet steril edilmiş cam şişeye, alev yanında 200'er ml konuldu ve her bir şişeye 10 adet diş ilave edilerek şişelerin ağzı sızdırmaz bir şekilde kapatıldı (Resim 11). 10 adet diş ve 200 ml besiyeri içeren cam şişeler 121 °C 20 dk'da otoklavda sterilize edildi.



Resim 11: Cam kavanozlar içerisinde otoklavda sterilize edilmiş ve bakteri ekimine hazır çalışma grupları.

Çalışmada kullanılan sıvı besiyeri üreticinin talimatına uygun olarak 1000 ml distile su içerisine 23 gr toz bulyon (MHB) eklenmesi ve tozun su içinde çözünmesinin sağlanmasından sonra bu karışımın 121 °C'de 20 dk süreyle otoklavda steril edilmesiyle elde edilmiştir.

Sterilizasyon işleminden sonra bakteri üremesinin olup olmadığını gözlemlmek için örnekleri içeren şişeler 24 saat etüvde bekletildi ve üreme gözlenmedi.

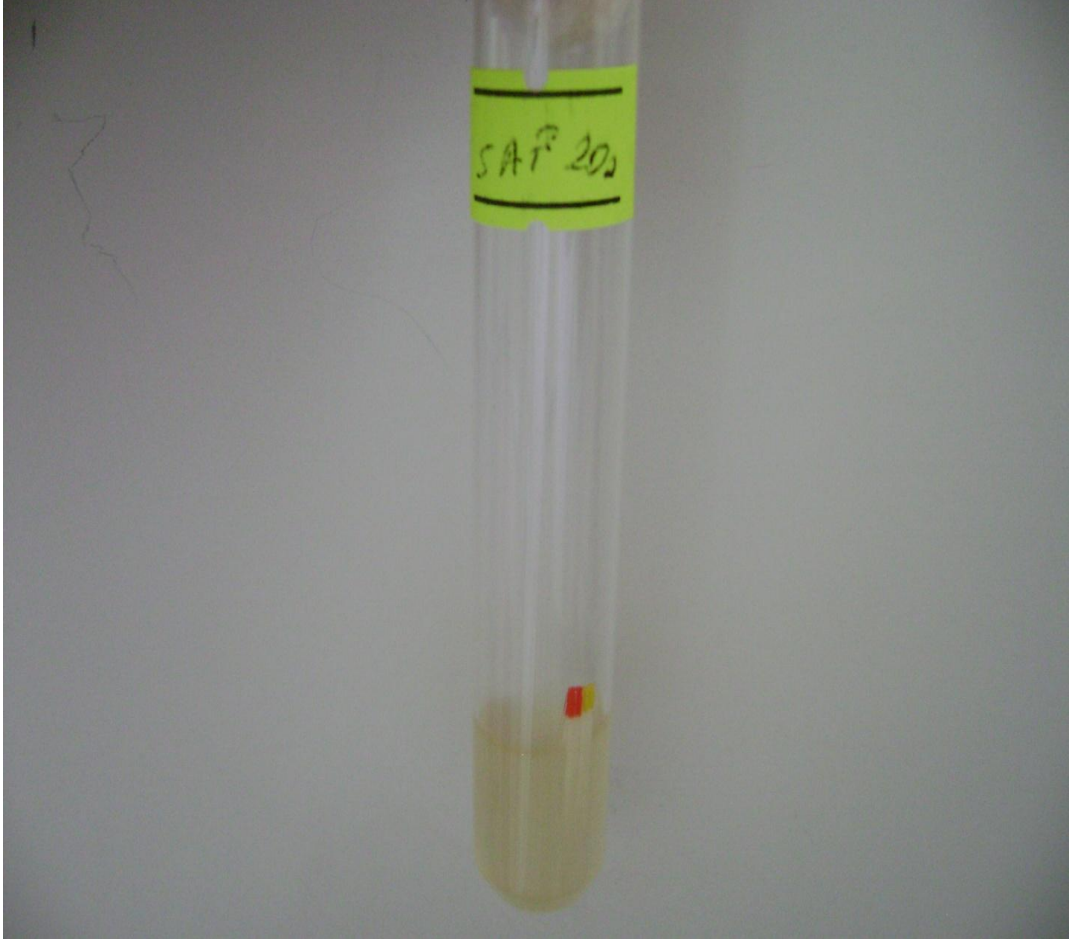
3.2. Örneklerin Enfekte Edilmesi

Bakteriyel standardizasyonu sağlamak için *E. faecalis*' in A.T.C.C. (American Tissue Cell Culture) 29212 standart suşları kullanıldı. Diş köklerini inoküle etmek için her bir cam şişeye 2 ml *E. faecalis*'in sıvı süspansiyonundan eklendi. Cam şişelerin ağzı kapatılıp süspansiyonun kültür ortamına karışması için şişelerin hafifçe çalkalanmasından sonra bakteri oluşumu ve dişlerin kontaminasyonunun gerçekleşmesi için örnekler 37 °C'ye ayarlanmış etüvde 1 hafta beklemeye bırakıldı.

E. faecalis'le inoküle edilen örnekler etüvden çıkarıldı. Şişelerin üzerine rastgele kullanılacak olan üç döner ege sistemlerinin isimleri etiketlendi, böylece her bir döner ege sistemi için 10'ar diş içeren iki cam şişe ayrılmış oldu. Dişler çalışmanın şekillendirme safhasının gerçekleştirilebilmesi için enfekte kültür ortamından çıkarıldı. Diş kök yüzeyleri steril gazlı bezle silindi. Apikal foramen "vapour lock effect" prosedüründeki gibi kapalı bir kanal sonlanması oluşturulması ve bakteriyel sızıntıdan korunmak için hızlı sertleşen epoksi rezinle kapatıldı. Pulpa odası duvarlarını içeren diş kuru ve kök yüzeyi 2 ml % 2,5'lik NaOCl ile dezenfekte edildi, ardından NaOCl inaktivasyonu için 2 ml % 10'luk sodyum tiosülfat uygulandı.

3.3. Şekillendirme Öncesi Örneklem Prosedürü

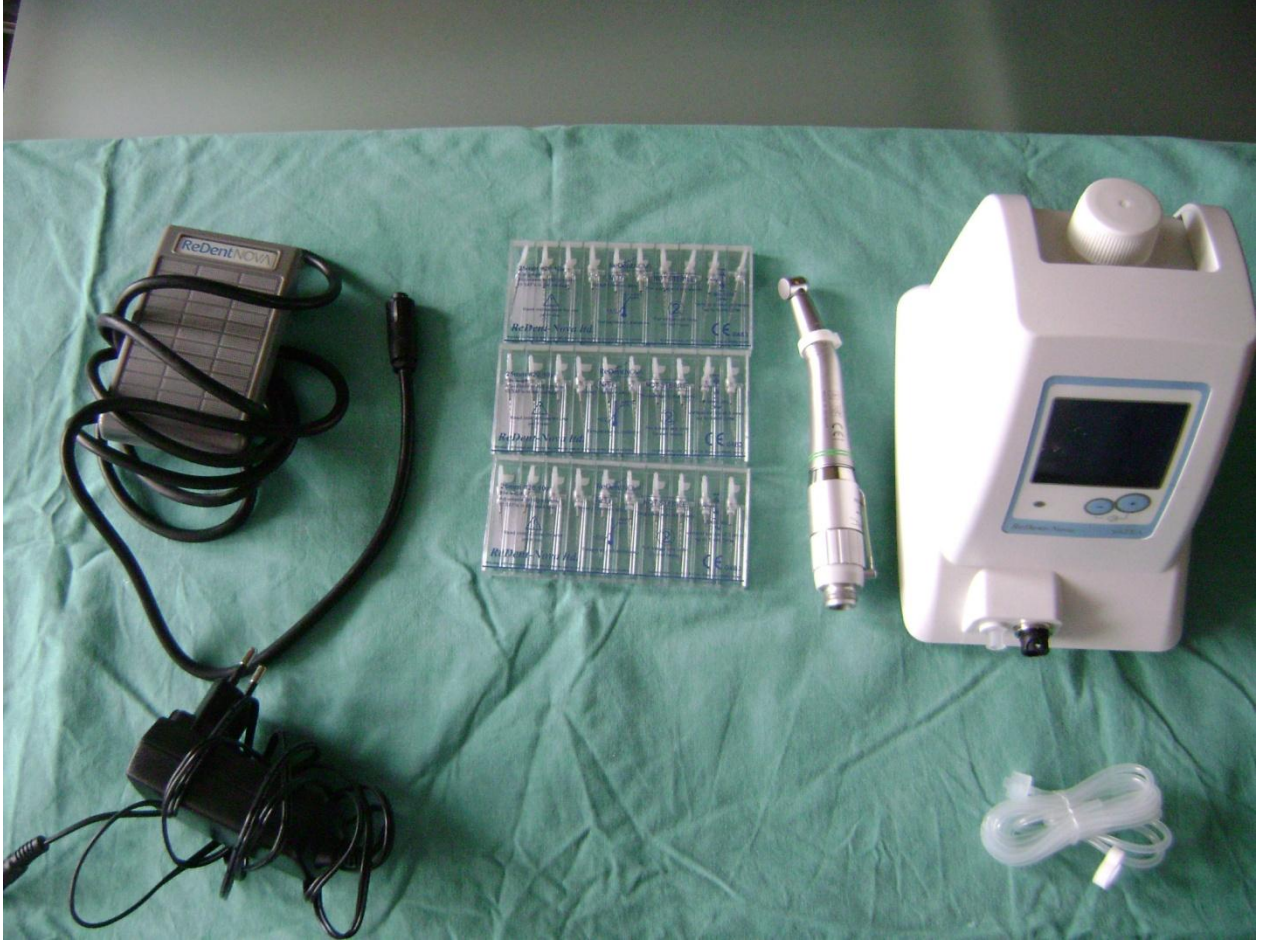
Kanal içindeki yapışmamış hücrelerin uzaklaştırılması için 1 ml steril serum fizyolojik solüsyonuyla kök kanalları yıkandı ve başlangıç örneklerinin elde edilmesi için 4 adet steril kağıt kon ile çalışma boyuna ulaşıncaya kadar kanala sokuldu ve her kağıt kon kanalda 1 dk bekletildi. Kanal içeriğini absorbe eden kağıt konlar 1 ml besiyeri süspansiyonu içeren steril cam tüplere transfer edildi ve bu örnekler grup isimlerinin yanına 'A' ile kodlandı (Resim 12).



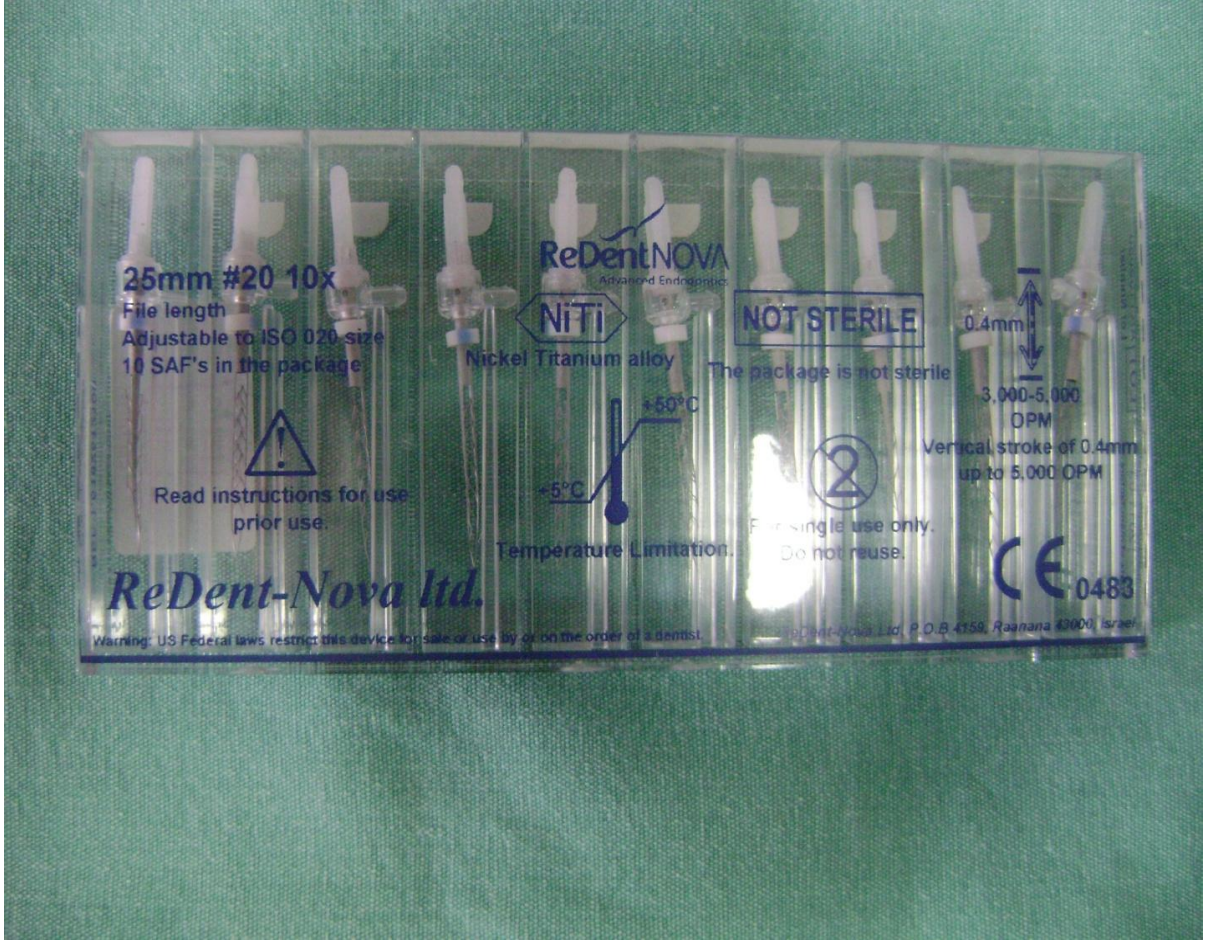
Resim 12: Kemomekanik şekillendirme öncesi elde edilmiş bir örnek (A Grubu).

3.4.1. SAF Grubundaki Dişlerin Kemomekanik Kanal Şekillendirme İşlemi

Dişlerin kanal şekillendirmesine başlamadan önce içeri ve dışarı vibrasyon yapan başlık ile RDT3 başçık kombine edildi ve bu parçaya VATEA irrigasyon cihazı eklenerek SAF sistemi oluşturuldu (Resim 13, Resim 14). VATEA cihazı dakikada 5 ml yıkama solüsyonu akışı yapacak şekilde ayarlandı. SAF, her bir örnekte kanal içine çalışma boyunca ulaşmaya kadar yerleştirildi. İçeri ve dışarı el hareketiyle % 2,5'lik NaOCl irrigasyonu altında 2 dk şekillendirme yapıldı. Ardından 1 dk boyunca 5 ml % 17'lik EDTA kanallara uygulandıktan sonra tekrar 2 dk % 2,5'lik NaOCl yıkamasıyla beraber SAF ile şekillendirme yapıldı. Toplamda her kanal için 20 ml % 2,5'lik NaOCl ve 5 ml % 17'lik EDTA kullanıldı.



Resim 13: Çalışmada kullanılan SAF sistemi.



Resim 14: SAF sistemine ait eğeler.

3.4.2. ProTaper Grubundaki Dişlerin Kemomekanik Kanal şekillendirme İşlemi

Çalışmada kullanılan dişler düz bir kanal girişine sahip olduklarından ProTaper SX eğeleri çalışmada kullanılmadı. S1 eğesi kanallara, çalışma boyuna ulaşıncaya kadar birkaç defa pasif olarak yerleştirildi. Yeterli genişletme sağlandıktan sonra 15 numaralı el eğesi ile rekapitulasyon yapıldı ve kanallara 1 dk süre içerisinde 5 ml % 2,5'lik NaOCl uygulandı. Aynı şekilde S2 eğesi de basınç oluşturmadan çalışma boyuna pasif olarak ulaşılıncaya kadar birkaç defa kanala yerleştirildi. S2 ile şekillendirme sonrası rekapitulasyon ve 1 dk süreyle tekrar 5 ml % 2,5'lik NaOCl irrigasyonu ile kanalların koronal kısmının şekillendirilmesi tamamlandı ve apikal kısmın şekillendirilmesi için F1 eğesi yumuşak firalama hareketleriyle basınç oluşturmadan çalışma boyuna ulaşıncaya kadar kanala yerleştirildi. Aynı işlem F2 eğesi ile de tekrarlandı. şekillendirme sırasında ProTaper eğeleri VDW Gold motoruna takılarak kullanılmıştır (Resim 15, Resim 16). El eğesi ile rekapitulasyonu takiben 1 dk

süreyle 5 ml % 2,5'lik NaOCl ile irrigasyon ile dişin mekanik şekillendirmesi tamamlandı. ProTaper grubunun son yıkaması için 5 ml % 17'lik EDTA kanala 1dk süreyle uygulandı ve 1 dk süresince 5 ml % 2,5'lik NaOCl ile yıkama işlemleri tamamlandı. Toplamda her kanal için 20 ml % 2,5'lik NaOCl ve 5 ml % 17'lik EDTA kullanıldı.



Resim 15: Çalışmada kullanılan ProTaper sistemi.



Resim 16: ProTaper sistemine ait eğeler.

3.4.3. RECİPROC Grubundaki Dişlerin Kemomekanik Kanal Şekillendirme İşlemi

Reciproc eğe sistemi için özel programa sahip olan VDW SILVER güç kaynağına bağlı başlığa R40 döner eğesi takıldı ve öncelikle silikon tıkaç kanalın üçte ikilik kısmına ayarlandı ve 150° saat yönü tersine ve 30° saat yönünde resiprokasyon hareketi eşliğinde şekillendirme yapıldı (Resim 17, Resim 18). Şekillendirme esnasında direnç hissedildiğinde işlem durduruldu, kanal % 2,5'lik NaOCl ile yıkandı ve eğenin bıçakları temizlendi. Çalışma boyuna ulaşıncaya kadar aynı şekilde aşamalar tekrarlanarak mekanik şekillendirme tamamlandı. Şekillendirme boyunca 10 ml % 2,5'lik NaOCl kullanıldı. Şekillendirmeden sonra 5 ml %2,5'lik NaOCl ile kanallar yıkandı. 5 ml % 17'lik EDTA kanala 1 dk süreyle uygulandı. Son olarak kanallar 5 ml % 2,5'lik NaOCl ile yıkanarak işlem tamamlandı. Toplamda her kanal için 20 ml % 2,5'lik NaOCl ve 5 ml % 17'lik EDTA kullanıldı.



Resim 17: Çalışmada kullanılan Reciproc sistemi.



Resim 18: Reciproc sistemine ait eğeler.

3.5. Şekillendirme Sonrası Örnekleme Prosedürü

Kemomekanik şekillendirme işlemleri tamamlanmış olan dişlerin kanal içindeki artık NaOCl'nin inaktive edilmesi için kanallar sodyum tiyosülfat solusyonuyla yıkandı ve 4 adet steril kağıt kon kanala yerleştirildi ve her bir kağıt kon 1 dk kanalda bekletildi. Kanaldan çıkarılan kağıt konlar 1 ml besiyeri süspansiyonu içeren steril cam tüplere transfer edildi ve bu örnekler grup isimlerinin yanına 'B' harfi ile kodlandı (Resim 19). Her bir tüp 1 dk vortexlenerek paper-point içeriğinin besiyerine homojen dağılımı sağlandı. Cam tüpler içerisindeki besiyeri süspansiyonlarının (Resim 20) tek kullanımlık öze çubukları yardımıyla kanlı ağız besiyerine ekimi yapıldı ve örnekler inkube olmaları için 37 C^o'de 24 saat boyunca bekletildi. İnkubasyon sürecinden sonra koloni sayımları yapılmıştır. Üreyen bakterilerin ml içindeki koloni sayısı cfu/ml olarak belirtilmiştir.



Resim 19: Kemomekanik şekillendirme sonrası elde edilmiş bir örnek (B Grubu).



Resim 20: Kemomekanik şekillendirme öncesi ve sonrasında elde edilmiş cam deney tüpleri içine konulmuş örnekler.

3.6. İstatistiksel Analiz

Sürekli değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiksel ortalama, standart sapma (SD), median değerleri ve minimum-maximum tanımlayıcı istatistik değerleri ile gösterildi.

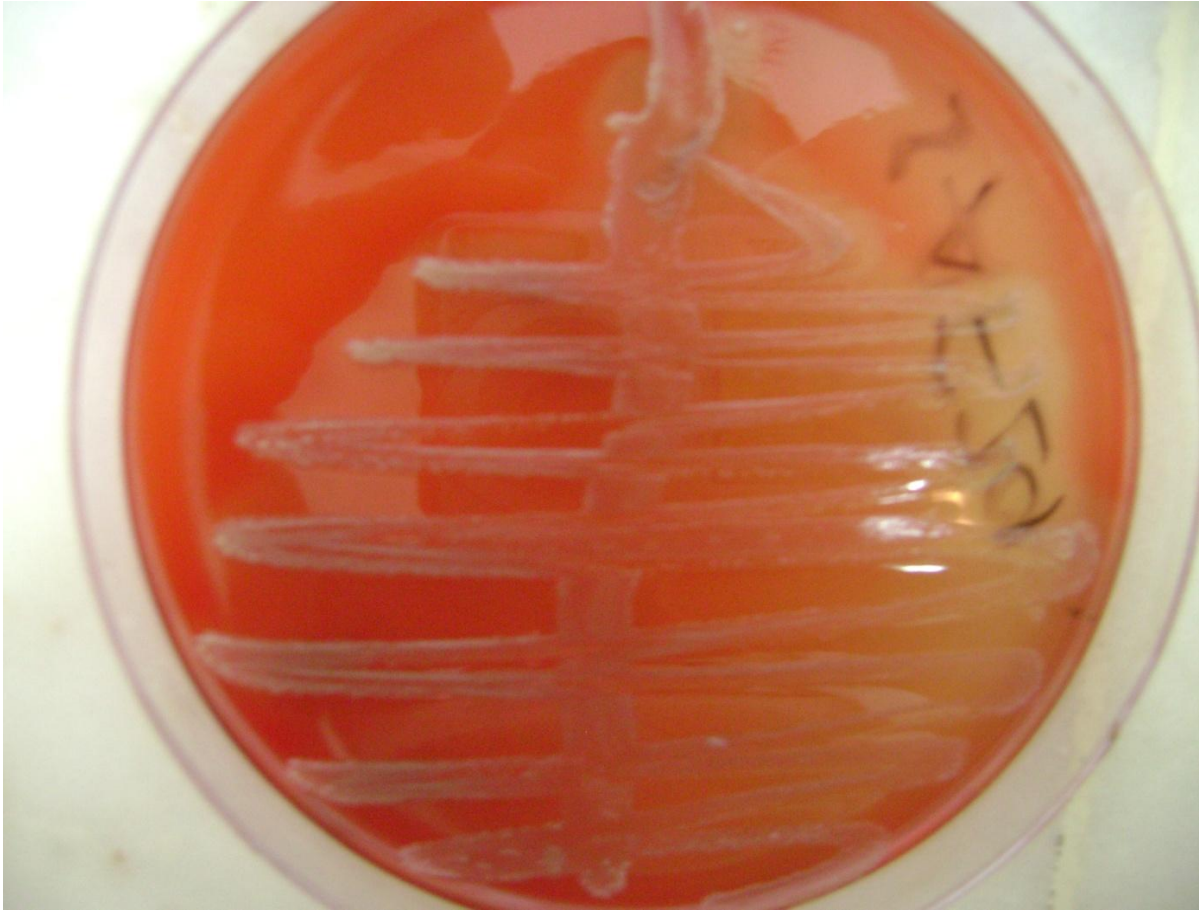
SAF, ProTaper ve Reciproc Önceki Sonraki Farkların Yüzdesel Değerlerinin farklı olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov Testi ile karşılaştırıldı. Kolmogorov-Smirnov Testi ile farklı bulunan gruplardan farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını bulmak için, Nonparametrik Post-Hoc Test Bonferroni Düzeltmeli Mann-Whitney U Test ile analiz edildi. Veriler büyük değerli olduğundan ve geniş sınırlar içinde değişim gösterdiğinden dolayı logaritmik dönüşüm sonucu çıkan değerlere göre çubuk grafikler çizildi.

İstatistiksel analizler SPSS 15.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak yapıldı.

4. BULGULAR

Bütün deney gruplarını oluşturan 60 adet premolar dişlerin hepsinin kanallarında bakteri ekimi sonrası yoğun bakteri kolonizasyonu olduğu alınan başlangıç örneklerinin mikrobiyolojik incelemeleri sonrasında tespit edilmiştir (Resim 21-26). SAF grubundan bir dişten, ProTaper grubunda bir dişten ve Reciproc grubunda iki dişten alınan başlangıç (A Grubu) ve bitim (B Grubu) örneklerinde yoğun bakteri üremesi gözlenip bakteri üreme yoğunluğunda herhangi bir azalma olmadığı belirlenmiştir.

4.1. Mikrobiyolojik Bulgular



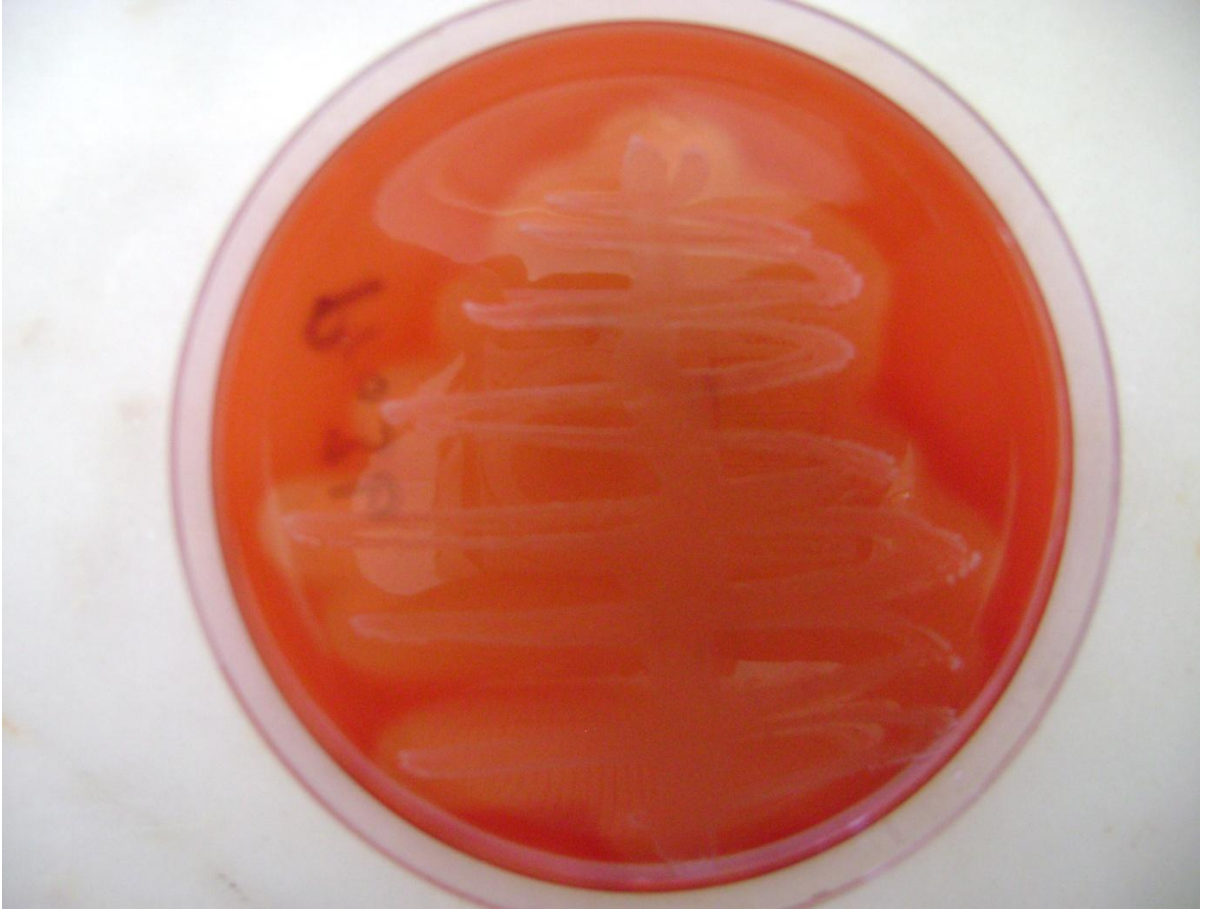
Resim 21: SAF Grubu şekillendirme öncesi besiyeri kültürü.



Resim 22: SAF Grubu şekillendirme sonrası besiyeri kùltrùrù.



Resim 23: ProTaper Grubu şekillendirme öncesi besiyeri kültürü.



Resim 24: ProTaper Grubu şekillendirme sonrası besiyeri kültürü.



Resim 25: Reciprocal Grubu şekillendirme öncesi besiyeri kültürü.



Resim 26: Reciproc Grubu şekillendirme sonrası besiyeri kültürü.

Çalışmamızda üç farklı döner ege sisteminin kök kanal şekillendirmesi sırasında kemo-mekanik özelliklerinin *E.faecalis* azaltılmasındaki etkinliğini gösteren tablolar aşağıda gösterilmiştir (Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4).

SAF Grubu Kemomekanik Şekillendirme Öncesi Örnekler (A Grubu)	SAF Grubu Kemomekanik Şekillendirme Sonrası Örnekler (B Grubu)
1. 2.000.000	1. 20.000
2. 1.000.000	2. 1.000
3. 1.000.000	3. 100
4. 20.000.000	4. 100.000
5. 2.000.000	5. 100
6. 2.000.000	6. 100
7. 2.000.000	7. 100
8. 2.000.000	8. 2.000.000
9. 20.000.000	9. 1.000
10. 10.000.000	10. 1.000
11. 2.000.000	11. 2.000
12. 2.000.000	12. 2.000
13. 2.000.000	13. 10.000
14. 2.000.000	14. 1.000
15. 2.000.000	15. 100
16. 10.000.000	16. 1.000
17. 20.000.000	17. 100
18. 2.000.000	18. 100
19. 1.000.000	19. 100
20. 2.000.000	20. 100

Tablo 1: SAF Grubu cfu değerleri.

**ProTaper Grubu Kemomekanik
Şekillendirme Öncesi Örnekler (A
Grubu)**

1. 20.000.000
2. 20.000.000
3. 1.000.000
4. 2.000.000
5. 10.000.000
6. 20.000.000
7. 1.000.000
8. 20.000.000
9. 1.000.000
10. 2.000.000
11. 2.000.000
12. 20.000.000
13. 10.000.000
14. 2.000.000
15. 1.000.000
16. 1.000.000
17. 20.000.000
18. 2.000.000
19. 1.000.000
20. 1.000.000

**ProTaper Grubu Kemomekanik
Şekillendirme Sonrası Örnekler (B
Grubu)**

1. 20.000.000
2. 200.000
3. 1.000
4. 20.000
5. 100.000
6. 20.000
7. 10.000
8. 200.000
9. 1.000
10. 100.000
11. 20.000
12. 10.000
13. 1.000
14. 100.000
15. 1.000
16. 10.000
17. 10.000
18. 100.000
19. 1.000
20. 2.000

Tablo 2: ProTaper Grubu cfu değerleri.

Reciproc Grubu Kemomekanik Şekillendirme Öncesi Örnekler (A Grubu)	Reciproc Grubu Kemomekanik Şekillendirme Sonrası Örnekler (B Grubu)
1. 10.000.000	1. 10.000
2. 10.000.000	2. 20.000
3. 1.000.000	3. 1.000
4. 2.000.000	4. 2.000
5. 1.000.000	5. 2.000
6. 2.000.000	6. 2.000
7. 2.000.000	7. 1.000
8. 2.000.000	8. 10.000
9. 2.000.000	9. 2.000.000
10. 1.000.000	10. 2.000
11. 2.000.000	11. 10.000
12. 2.000.000	12. 2.000
13. 2.000.000	13. 2.000.000
14. 2.000.000	14. 100.000
15. 20.000.000	15. 20.000
16. 20.000.000	16. 1.000.000
17. 2.000.000	17. 2.000
18. 2.000.000	18. 20.000
19. 10.000.000	19. 100.000
20. 2.000.000	20. 2.000

Tablo 3: Reciproc Grubu cfu değerleri.

	% A-B GRUBU		% A-B GRUBU		A-B GRUBU
SAF 1	1.0000%	PRO 1	100.00%	REC 1	0.10%
SAF 2	0.1000%	PRO 2	1.00%	REC 2	0.20%
SAF 3	0.0100%	PRO 3	0.10%	REC 3	0.10%
SAF 4	0.5000%	PRO 4	1.00%	REC 4	0.10%
SAF 5	0.0050%	PRO 5	1.00%	REC 5	0.20%
SAF 6	0.0050%	PRO 6	0.10%	REC 6	0.10%
SAF 7	0.0050%	PRO 7	1.00%	REC 7	0.05%
SAF 8	100.0000%	PRO 8	1.00%	REC 8	0.50%
SAF 9	0.0050%	PRO 9	0.10%	REC 9	100.00%
SAF 10	0.0100%	PRO 10	5.00%	REC 10	0.20%
SAF 11	0.1000%	PRO 11	1.00%	REC 11	0.50%
SAF 12	0.1000%	PRO 12	0.05%	REC 12	0.10%
SAF 13	0.5000%	PRO 13	0.01%	REC 13	100.00%
SAF 14	0.0500%	PRO 14	5.00%	REC 14	5.00%
SAF 15	0.0050%	PRO 15	0.10%	REC 15	0.10%
SAF 16	0.0100%	PRO 16	1.00%	REC 16	5.00%
SAF 17	0.0005%	PRO 17	0.05%	REC 17	0.10%
SAF 18	0.0050%	PRO 18	5.00%	REC 18	1.00%
SAF 19	0.0100%	PRO 19	0.10%	REC 19	1.00%
SAF 20	0.0050%	PRO 20	0.02%	REC 20	0.10%

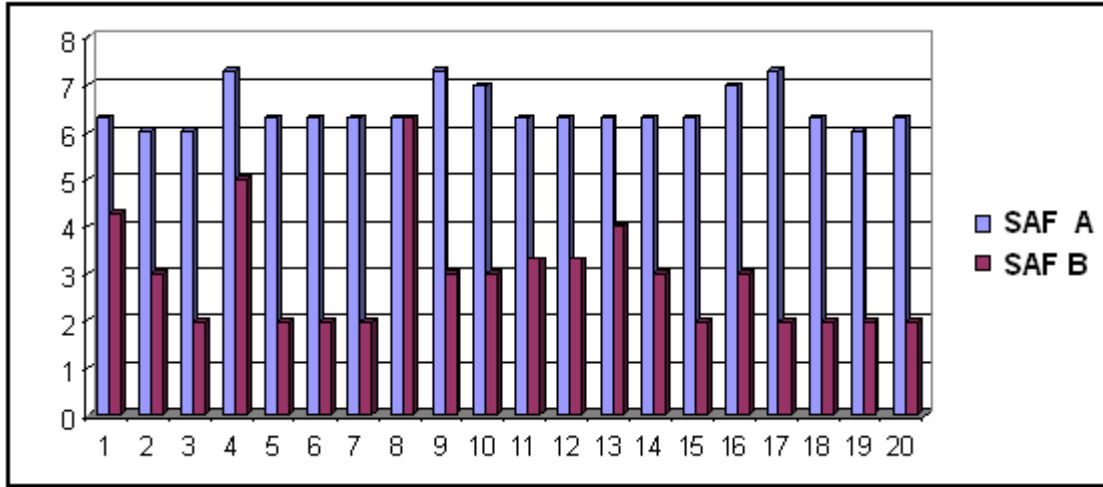
Tablo 4: SAF, ProTaper ve Reciproc Grupları şekillendirme öncesi sonrası farklarının yüzdesel değerler tablosu.

4.2. İstatistiksel Bulgular.

	Mean	Std. Deviation	Median	Minimum	Maximum	KS test (χ^2)	P
SAF	0,0512	0,223	,0001	,000005	1,000000		
Pro	0,0613	0,222	,0100	,000100	1,000000	15.79	<0.001
Rec	0,1070	0,306	,0020	,000500	1,000000		

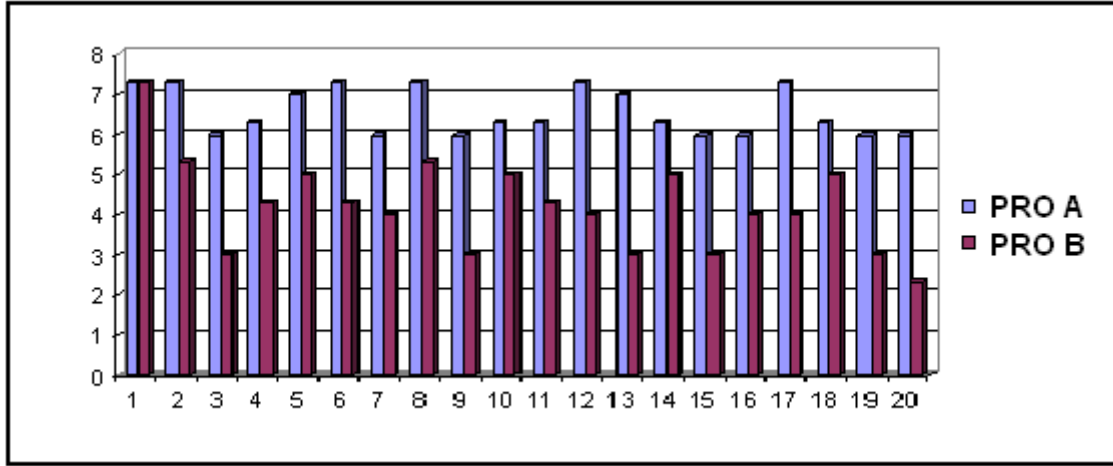
Tablo 5: SAF, ProTaper ve Reciproc Grupları şekillendirme öncesi sonrası farklarının yüzdesel değerlerinin Kolmogorov-Smirnov Test sonuçları.

SAF sistemine ait kemomekanik şekillendirme sonrası örneklerden elde edilen gruptaki (SAF B Grubu) cfu değerleri, SAF sistemiyle kemomekanik şekillendirme öncesi örneklerden elde edilen gruptaki (SAF A Grubu) cfu değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p<0.001$) (Grafik 1, Tablo 5).



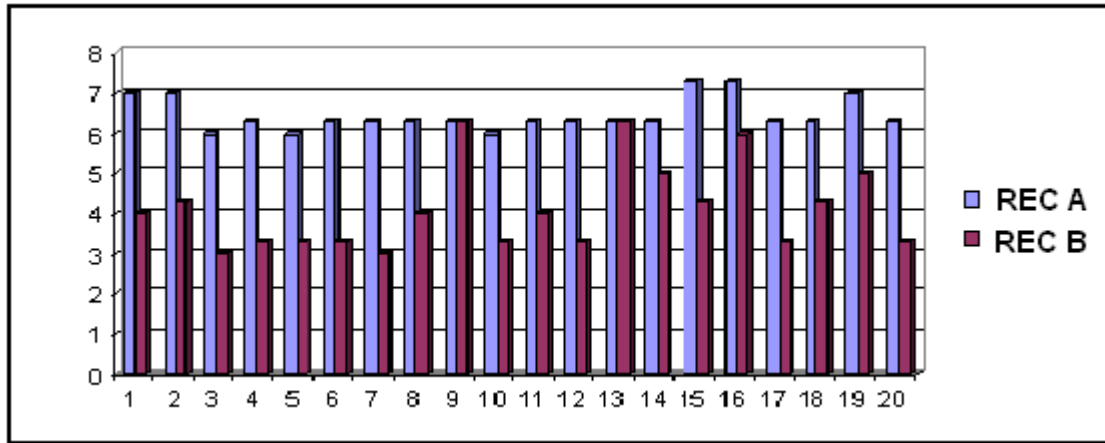
Grafik 1: SAF Grubu şekillendirme öncesi ve sonrası cfu değerlerinin logaritmik dönüşüm sonrası oransal grafiği.

ProTaper döner eğe sistemi ile kemomekanik şekillendirme sonrası örneklerden elde edilen gruptaki (Pro B Grubu) cfu değerleri, ProTaper sistemiyle kemomekanik şekillendirme öncesi örneklerden elde edilen gruptaki (Pro A Grubu) cfu değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p<0.001$) (Grafik 2, Tablo 5)



Grafik 2: ProTaper Grubu şekillendirme öncesi ve sonrası cfu değerlerinin logaritmik dönüşüm sonrası oransal grafiği.

Reciproc döner ege sistemi ile kemomekanik şekillendirme sonrası örneklerden elde edilen gruptaki (Rec B Grubu) cfu değerleri. Reciproc sistemiyle kemomekanik şekillendirme öncesi örneklerden elde edilen gruptaki (Rec A Grubu) cfu değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p < 0.001$) (Grafik 3, Tablo 5)



Grafik 3: Reciproc Grubu şekillendirme öncesi ve sonrası cfu değerlerinin logaritmik dönüşüm sonrası oransal grafiği.

Karşılaştırılan Gruplar	Mann-Whitney U	P	Bonferroni Düzeltmeli P	
SAF-Pro	74.5	0.001	0.016	Anlamlı
SAF-Rec	75.5	0.001	0.016	Anlamlı
Pro-Rec	199	0.989	0.016	Anlamlı Değil

Tablo 6: Nonparametrik Post-Hoc Test Bonferroni Düzeltmeli Mann-Whitney U Test sonuçları.

SAF sistemiyle kemomekanik şekillendirme sonrası örneklerden elde edilen gruptaki (SAF B Grubu) cfu değerleri, Protaper sistemiyle kemomekanik şekillendirme sonrası örneklerden elde edilen gruptaki (Pro B Grubu) cfu değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p < 0.001$). (Tablo 6)

SAF sistemiyle kemomekanik şekillendirme sonrası örneklerden elde edilen gruptaki (SAF B Grubu) cfu değerleri, Reciproc sistemiyle kemomekanik şekillendirme sonrası örneklerden elde edilen gruptaki (Rec B Grubu) cfu değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p < 0.001$). (Tablo 6)

ProTaper döner eğe sistemiyle kemomekanik şekillendirme sonrası örneklerden elde edilen gruptaki (Pro B Grubu) cfu değerleriyle, Reciproc sistemiyle kemomekanik şekillendirme sonrası örneklerden elde edilen gruptaki (Rec B Grubu) cfu değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p = 0.978$). (Tablo 6)

5.TARTIŞMA

Başarılı bir endodontik tedavide esas hedef kök kanal sisteminden organik materyalleri uzaklaştırmak ve kök kanallarının hermetik doldurulmasına olanak sağlayacak şekilde kanalları şekillendirmektir. Mekanik şekillendirme enfekte kök kanallarının bakterilerden arındırılmasında önemli bir unsurdur. Ancak sadece mekanik şekillendirmeyeyle tüm kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu mümkün değildir (145). Kanal dezenfeksiyonunda kök kanalının kemomekanik şekillendirme boyunca mekanik şekillendirmenin ve antibakteriyel yıkamanın kombinasyonu en kritik aşamalardır (146).

Siqueira ve ark (147) kemomekanik şekillendirme prosedürünün farklı sodyum hipoklorit konsantrasyonlarındaki antibakteriyel etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında, sodyum hipoklorit konsantrasyonlarının farklı antibakteriyel etkinlik göstermelerine rağmen düşük konsantrasyondaki sodyum hipokloritin antibakteriyel etkinliğinin de daha yüksek hacimlerde kullanılmasıyla arttırılabileceğini ve sonuç olarak farklı konsantrasyonlardaki sodyum hipoklorit kullanımının kanallarda yeterli düzeyde antibakteriyel etkinlik sağlayabileceğini rapor etmişlerdir.

Enterococcus faecalis, daha önce tedavi görmemiş kök kanallarındaki bakteri florası içinde az miktarda bulunmasına rağmen kök kanal tedavisi sonrasında kalıcı periradiküler lezyonların etyolojisinde büyük rol oynayan dirençli bir mikroorganizmadır (145). Stuart ve ark (145), *E. Faecalis*'in prevelansının primer endodontik lezyonlarda düşük olduğunu ancak persiste enfeksiyonlarda ise yüksek olduğunu; iyi bir aseptik teknik kullanılarak artan apikal şekillendirme boyutlarının ve yüksek konsantrasyona sahip sodyum hipokloritle beraber % 2'lik klorhexidin glukonat irrigasyonunun *E.faecalis*'i ortadan kaldırmak için en etkili yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Rôças ve ark (148) yaptıkları çalışmalarında *E. faecalis*'in asemptomatik enfekte dişlerde % 11,5 semptomatik vakalarda ise % 3,7 oranında bulmuşlardır ve aynı çalışmada *E. Faecalis*' in primer endodontik enfeksiyonlarda vakaların % 18'inde izole edilmesine karşın kanal tedavisi yapılmış enfekte vakalarda ise % 67 gibi yüksek bir oranda bu türün izole edilebildiğini belirtmişlerdir.

Peciulene ve ark (149) kök kanalları doldurulmuş kronik apikal periodontitisli dişler üzerinde *C. albicans* ve enterik bakterileri araştırmak üzere yaptıkları in vivo çalışmada kanal dolgu materyallerini uzaklaştırdıktan sonra sodyum hipoklorit ve EDTA kullanarak

kemomekanik şekillendirme gerçekleştirilmiş ve dişlere medikasyon uygulanmıştır. Mikrobiyolojik incelemeler sonucunda örneklerde *C. albicans* zincirlerinin ve enterik gram negatif bakterilerin tamamı elimine edilirken % 29 oranında *E. faecalis* bakteri kolonisine rastlanılmıştır.

Mevcut çalışmada antibakteriyel etkinliği karşılaştırmak için *E. faecalis*' i seçmemizin sebebi endodontik enfeksiyonlarda en sık görülen inatçı mikroorganizma türlerinden biri olmasıdır (145). Geçmiş bazı çalışmalarda olduğu gibi biz de mevcut çalışmada *E. faecalis*' in (ATCC 29212) hazır suşunu kullandık (150-153).

Önceki çalışmalarda araştırmacılar sıklıkla sodyum hipokloritin geniş spektrumlu antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu sonucuna varmışlardır (136,154). Sodyum hipokloritin endodontide yıkama solüsyonu olarak geniş bir kullanım alanına sahip olmasına rağmen ideal kullanım konsantrasyonuyla ilgili tam bir görüş birliği bulunmamaktadır (147). Spanberg ve ark. (158) yaptıkları çalışmada % 5,25' lik sodyum hipokloritin enfekte kök kanallarında bulunan bakteriyel zincirlerin eliminasyonunda gerekli olduğunu göstermişlerdir. Retamozo ve ark. (159) *E. faecalis* ile enfekte edilen dentin kanallarının dezenfekte edilebilmesi için gereken sodyum hipokloritin konsantrasyonunun ve minimum temas süresinin belirlenmesi için yaptıkları çalışmada ancak % 5,25' lik sodyum hipokloritin 40 dakikalık temas süresinde dentin kanallarından *E. faecalis*' in tamamen elimine edilebildiğini belirtmişlerdir. Buna karşın Pashley ve ark. (81) sodyum hipokloritin çok etkin bir proteolitik çözücü olduğunu ve farklı konsantrasyonlarda da son derece sitotoksik olduğunu bildirmişlerdir. Hu ve ark. (160) sodyum hipokloritin temas süresinin ve konsantrasyonunun dentin deproteinasyonu üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada % 0,5' lik sodyum hipoklorit konsantrasyonunun dentin deproteinasyon riskini en aza indirebilmek için rutin kök kanal tedavisinde kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Soares ve ark. (161) kemomekanik şekillendirmede sodyum hipokloritin ve EDTA'nın dönüşümlü olarak kanal içi yıkamasında kullanılmasıyla *E. faecalis* biofilm eliminasyon etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada, bu ajanların dönüşümlü kullanımının *E. faecalis* eliminasyonunda en etkili yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

De-Deus ve ark (162) çalışmalarında oval kanallarda SAF sistemi ve ProTaper döner eğelerini mekanik şekillendirme etkinliklerini karşılaştırmışlar ve SAF sisteminin ProTaper döner ege sistemine oranla daha üstün bir biçimde kanal içi temizleme ve şekillendirme sergilediğini belirtmişlerdir. Buna karşın Ruckman ve ark (163) uzun-oval şekilli kök

kanalları üzerinde gerçekleştirdikleri SAF sistemi, ProFile döner eğeleri ve el eğelerinin kök kanallarında mekanik şekillendirme yeteneklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, kanal içlerini radyopak kontrast maddeyle doldurmuşlardır ve sadece mekanik şekillendirme gerçekleştirerek preoperatif ve postoperatif radyograflerin apikal 5 mm'lik kısımlarını karşılaştırmışlardır. Her üç tekniğinde yeterli derecede kontrast maddeyi kanaldan uzaklaştırdığını ancak teknikler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığını rapor etmişlerdir. Zmener ve ark (164) resiprokasyonla çalışan TiLOS hibrid enstrumantasyon sisteminin, ProTaper eğelerinin ve manuel enstrumantasyonun eğri kök kanallarındaki temizleme etkinliklerini, örneklerin kemomekanik şekillendirme sonrası SEM incelemesiyle karşılaştırdıkları çalışmalarında; TiLOS hibrid sistemi ile ProTaper eğelerinin manuel enstrumantasyona oranla daha etkili olduğunu bulmalarına rağmen bu iki teknik arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varmışlardır.

Mevcut çalışmada grupların standardizasyonu için bütün gruplarda her diş için 20 ml % 2,5' lik konsantrasyondaki sodyum hipoklorit solüsyonu ve 5 ml % 17'lik EDTA solüsyonu yıkama ajanı olarak kullanılmıştır.

Grup içi analiz, her üç döner ege sisteminin de kanal içi bakteri sayısında önemli ölçüde azalma sağladığını göstermiştir. Bu sonuç, kemomekanik prosedürlerin antibakteriyel etkinliği üzerine önceki birkaç rapor ile uyumludur (36).

Gruplar arası analizde, çalışmamızda kullanılan üç döner ege sistemi karşılaştırıldığında; SAF sisteminin, ProTaper ve Reciproc döner ege sistemlerinden istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır ($P < 0.05$).

Bakteri eliminasyonu, endodontik tedavinin başarısı için kritik bir önem teşkil eder ve kök kanallarının mekanik şekillendirilmesinin ve yıkamanın kombinasyonu ile elde edilmektedir (7, 34, 165). Yalnızca yıkama bakteriyel eliminasyonu için genellikle yeterli değildir ve kanal eğelerinin kök kanal duvarları üzerindeki mekanik etkinlikleri sonucu enfekte dentinin uzaklaştırılması gerekmektedir (166).

Mekanik dezenfeksiyon enfekte dentin tabakasının ve mineralize olmayan preodontin tabakasının kaldırılmasıyla gerçekleştirilir (167). Ancak bakterilerin dentin tübüllerine 200 μm ' nin üzerinde bir derinliğe kadar penetre olabildikleri gösterilmiştir (33). Peters ve ark (168) SAF sisteminin dentin kaldırma yeteneğini belirlemek için yaptıkları mikro-CT çalışmasında, SAF sistemiyle 5 dk çalışma sonunda kanal duvarlarının yaklaşık % 56' lık bir

bölümünde ancak 100 µm derinlikte dentinin duvardan kaldırılabilirdiğini ve bu etkinin kanal duvarlarında üniform bir şekilde oluşmadığını belirtmişlerdir.

ElAyouti ve ark (169) oval kök kanallarında farklı şekillendirme tekniklerinin şekillendirme karakterlerini değerlendirdikleri in-vitro çalışmada, Mtwo, ProTaper ve Ni-Ti el eğeleriyle dişlerin kanal şekillendirmesi gerçekleştirilmiş ve sonuçta sadece kök kanallarının % 16-20' lik bir bölümünde 200 µm' den fazla dentin tabakasının kaldırılabilirdiği ve hiçbir şekillendirme tekniğinde kök kanalının çevresel olarak prepare edilemediği bildirilmiştir.

Çalışma gruplarında büyük oranlarda bakteriyel azalma sağlanmasına rağmen her üç grupta da negatif kültür elde edilememiştir. Ancak bu beklenmedik bir durum değildir. Yapılan micro-CT çalışmalarında da belirtildiği gibi hiçbir döner ege sistemi kök kanallarının %100' üne temas edememektedir (170-173). Kanal şekillendirme ve irrigasyon yöntemi ne olursa olsun kök kanallarındaki anatomik varyasyonlara bağlı olarak dokunulmamış alanlar kalabilmektedir (174). Taha ve ark. (175) oval kanallı mandibular dişler üzerinde Anatomic Endodontic Technology (AET), el eğesi (Headström files; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ve EndoWave (Morita, Osaka, Japan) şekillendirme tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında üç şekillendirme tekniğinin de kanal duvarlarını tamamen temizleyemediğini ve her üç tekniğinde çapraz kesitte geniş dokunulmamış alanlar bıraktıklarını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Siqueira ve ark (167) paslanmaz çelik eğelerle step-back tekniğinin, nikel-titanyum eğelerle step-back tekniğinin, ultrasonik tekniğinin, balanced force tekniğinin ve Canal Master U tekniğinin kök kanallarının apikal üçlüsünde temizleme etkinliklerinin histolojik değerlendirmesini gerçekleştirdikleri çalışmalarında şekillendirme sunucunda kök kanallarında yumuşak doku, predentin ve debris kaldığını ve bu tekniklerden hiçbirinin kanalda tam debridmanı sağlayamadığını ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını rapor etmişlerdir. Paqué ve ark. (176) oval şekilli kanallarda farklı şekillendirme tekniklerini kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında kanal içindeki prepare edilen alanları karşılaştırmışlar ve toplam kanal boyu için etkilenmemiş bölgelerin oranının %60 ile %80 arasında değişmekte olduğunu, kanalın apikalinde ise bu oranın %65 ile %75 arasında değişmekte olduğunu bulmuşlardır. Gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda her üç şekillendirme grubunda da yüksek oranda bakteri eliminasyonu elde etmemize rağmen bu sebeplerden dolayı dişler tamamen bakterilerden arındırılmamışlardır. Ayrıca kanal eğelerinin fiziksel kısıtlılıklarının yanısıra endodontik tedavi sırasında sodyum hipokloritin kanal içinde bulunma süresindeki yetersizlik de düşünülebilir. Siqueira ve ark. (177) kemomekanik şekillendirmede sodyum hipoklorit ve EDTA' nın dönüşümlü kullanılmasının

kanal içi *E. faecalis* eliminasyon etkinliğini inceledikleri çalışmalarında sonuç olarak; geniş şekillendirmeye beraber kısa aralıklarla ve bol miktarda antimikrobiyal ajanlarla yapılan kanal içi yıkamanın kemomekanik şekillendirme etkinliğini arttırdığını buna karşın çoğu kanalın hala canlı bakteri içerdiğini, en yüksek endodontik protokoller uygulansa bile kök kanal sisteminde dezenfekte edilemeyecek ve doldurulamayacak alanların bulunmasından dolayı endodontik başarısızlıkların yaşanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca Soares ve ark. (161) kemomekanik şekillendirme sonrası negatif kültür bulunuşunun mikroorganizmaların tamamen elimine edildiğini göstermediğini, bakteriyal konsantrasyonun araştırma metodunun tespit limitinin altında olmasının hatalı-negatif kültür elde edilmesine yol açabileceğini bildirmişlerdir.

Sedgley ve ark. (178) endodonti hastalarında ağız içi farklı bölgelerindeki *E. faecalis* prevalansını araştırdıkları çalışmalarında kök kanalları dahil hiçbir bölgede *E. faecalis* yoğunluğunun 10^4 cfu/ml'yi geçmediğini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada başlangıç gruplarındaki örneklerin kanal içi bakteri yoğunluğunun oral kavitedeki kök kanallarında mevcut olan doğal bakteri yoğunluğundan çok daha fazla olmasının da tam eliminasyonun sağlanamamasında etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Bürklein ve ark. (179) çalışmalarında eğimli kök kanallarında iki farklı tek-eğe şekillendirme tekniği olarak Reciproc-WaveOne ile ProTaper-Mtwo döner eğe sistemlerini karşılaştırmışlardır. Sonuçta Reciproc döner eğe sistemi diğer sistemlerden daha hızlı bir biçimde şekillendirmeyi tamamlamıştır ve Reciproc sistemi ProTaper eğelerine oranla apikal kısımda daha az artık debris bırakmıştır. Reciproc döner eğe sistemi daha çok el eğeleriyle tam çalışma boyuna ulaşamayan dar ve eğimli kanallarda kullanılması amacıyla dizayn edildiği için bu sonuç şaşırtıcı değildir. Ancak mevcut çalışmamızda orta genişlikte ve düz kök kanallarına sahip dişler kullanıldığından dolayı kemomekanik şekillendirme etkinliği bakımından Reciproc döner eğe sistemi ile ProTaper döner eğe sistemi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Alves ve ark. (180) tek-eğe şekillendirme tekniğiyle kullanılan Reciproc ile BioRaCe konvansiyonel Ni-Ti döner eğe sisteminin bakteriyel eliminasyon özelliklerini karşılaştırmışlar ve her iki sisteminde etkili bir biçimde bakteri azalmasını sağladığını ancak iki döner eğe sistemi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığını bildirmişlerdir.

Kök kanallarının son derece küçük hacimlere sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda, kemomekanik şekillendirme işlemi sırasında kök kanallarında bulunan az

miktardaki sodyum hipoklorit aktivitesini kısa sürede kaybedecektir. Bu nedenle kanal içindeki yıkama solusyonunun mümkün olduğunca sık değiştirilmesi onun optimal etkinlik gösterebilmesi bakımından önemlidir (124).

Bir şırınga ve iğneyle, prepare edilmiş kanalın kök ucuna ulaşmaya kadar ilerletildiğinde yıkama işlemi başarılı olabilir (128). Enjektör içindeki solusyonun basitçe enjeksiyonu işlemiyle sadece iğne ucunun 1-2 mm civarında solusyon yıkama etkinliği gösterir. Enjektör iğnesinin kök ucuna kadar ilerletilmesi ve yıkama solusyonunun pozitif basınçla enjekte edilmesi, kök apeksinden dışarı taşmasına ve buna bağlı ciddi komplikasyonlara neden olabilir (129).

SAF sistemi şırınga ve iğnelerle yapılan klasik yıkama metodundan tamamen ayrı bir biçimde çalışır. İçi boş eğe, VATEA isimli özel bir aygıt tarafından sağlanan sürekli yıkama eşliğinde kullanılır. Yıkama solusyonu silikon hortum içinden eğeye girer ve işlem sırasında solusyon sürekli yenilenir, böylece yıkama solusyonunun taze ve etkin biçimde kanalda bulunması sağlanmış olur. Yıkama sırasında solusyon eğenin kafes açıklıklarından kolayca kaçabileceğinden dolayı kanal içinde sürekli yıkamaya bağlı pozitif basınç da oluşmaz (124).

Yıkama solusyonunun titreşiminin yararlı etkilerinin olduğu ve bu nedenle kök kanal şekillendirmeyi tamamlandıktan sonra son yıkama sırasında yıkama solusyonunun titreşimle aktivasyonunu sağlayan çeşitli cihazlar geliştirilmiştir (128,181). SAF sistemi kemomekanik şekillendirme işlemi boyunca yıkama solusyonunu aktive eden bir sistemdir (124). SAF sisteminde yıkama solusyonunun sürekli yenilenmesi ve aktive edilmesinin kanal içinde oluşturduğu türbulans etkisi, diğer döner ege prosedürlerine oranla daha üstün bakteri eliminasyonu göstermesine katkıda bulunmuş olabilir.

Sıkıştırılabilir Ni-Ti tüp şeklindeki dizaynı sayesinde kanal genişletme işlemi sırasında aşındırıcı bıçaklarının farklı şekillerdeki kök kanal duvarlarına adaptasyonu arttırılmıştır. Ni-Ti Döner ege enstrumantasyonuyla karşılaştırıldığında, SAF sistemi çok daha az prepare edilmemiş alan bırakmaktadır (168). SAF sisteminin gösterdiği yüksek antibakteriyel etkinlik, eğenin kanal duvarlarına 3 boyutlu adaptasyon sağlamasına ve işlem sırasında hem zımparalama işlemi yapmasına hem de sürekli olarak taze solusyon kullanılmasına bağlı olabilir.

Siqueira ve ark. (36) SAF sistemiyle BioRaCe döner eğelerinin, uzun-oval kök kanallarından *E. faecalis* popülasyonunu elimine etme özelliklerini karşılaştırdıkları

çalışmada, BioRaCe döner eğeleri ve şırınga iğneleriyle yıkamaya oranla sürekli irrigasyon özelliğine sahip SAF sisteminin *E. faecalis*' in kök kanallarından eliminasyonunda daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Döner eğeler yuvarlak kesitli düz bir kanalda kullanıldıklarında, mekanik bir sarmal matkabin çalışması esnasında olduğu gibi dentin partikülleri kanal duvarlarından kesilir ve eğenin üzerindeki oluklar tarafından koronal bölgeye doğru taşınır. Ancak kanalın oval olması veya lateral kanalların varlığında olduğu gibi eğenin bir tarafında dentin duvarı bulunmaz ise döner eğenin oluklarında bulunan partiküller, dönme hareketine bağlı olarak koronal bölgeye taşınmak yerine direncin az olduğu bu boşluklara sıkıştırılırlar (182). Bu partiküller geleneksel sodyum hipokloritle kanal içi yıkama sonucu bu boşluklardan uzaklaştırılmamaktadırlar (162). Benzer kanallarda SAF sistemi kullanıldığında ise hem kanal içinde dönme hareketinden kaçınılması hem de içi boş eğenin sürekli yıkama sağlamasından dolayı bu boşluklara debris birikimi çok daha az olmaktadır (183). Çalışmamızda da ProTaper ve Reciproc gruplarında bakteri sayısının fazla olmasının diğer bir nedeni de partiküllerle beraber mikroorganizmaların da bu boşluklarda birikmiş olmasıyla birlikte döner eğelerin etkinliğinin azalmasında etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak farklı bir çalışma dizaynına sahip olan SAF sistemi devamlı yıkama eşliğinde çalıştığından ve eğeleme işlemi dentin duvarlarına zımparalama hareketi yaparak gerçekleştirdiğinden dolayı ProTaper ve Reciproc döner ege sistemlerine göre kök kanallarında daha fazla sayıda bakterinin eliminasyonunu sağlamaktadır. Bununla birlikte benzer şekilde daha fazla karşılaştırmalı çalışmaların yapılması gerektiğini de düşünmekteyiz.

6. KAYNAKLAR

1. Timpawat S, Amornchat C, Trisuwan WR. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod* 2001;27:36-9.
2. Abdullah M, Ng Y-L, Gulabivala K, Moles DR, Spratt DA. Susceptibilities of two *Enterococcus faecalis* phenotypes to root canal medications. *J Endod* 2005;31:30-36.
3. Love RM. *Enterococcus faecalis* – a mechanism for its role in endodontic failure. *Int Endod J* 2001;34:399-405.
4. Donlan MR, Costerton W. Biofilms: Survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev* 2002;15:167-93.
5. Tong Z, Zhou L, Li J, et al. In vitro evaluation of the antibacterial activities of MTAD in combination with Nisin against *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2011;37:1116-20.
6. Baumgartner JC, Ibay AC. The chemical reactions of irrigants used for root canal debridement. *J Endod* 1987;13:47-51.
7. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil J. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics* 2005;10:77-102.
8. Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod* 2004;30:792-5.
9. Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O. Effectiveness of 1 mol L⁻¹ citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *Int Endod J* 2000;33:46-52.
10. Yamada RS, et al. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. Part 3. *J Endod* 1983;9:137-42.
11. Goldman M, et al. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study. Part 2. *J Endod* 1982;8:487-492.
12. Cengiz T, et al. The effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1990;23:163-71.
13. Byström A, Sunqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985;18:35-40.
14. Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod* 1978;4:60-4.
15. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1975;1:238-42.

16. Goldman L, Goldman M, Kronman J, Lin P. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;52:197-204.
17. Torabinejad M, Handysides R, Ali Khademi A, Bakland LK. Clinic implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;94:658-66.
18. Pallares A, Faus V, Glickman GN. The adaptation of mechanically softened gutta-percha to the canal walls in the presence or absence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1995;28:266-69.
19. Kokkas AB, Boutsoukis A, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *J Endod* 2004;30:100-2.
20. Luiten DJ, Morgan LA, Baumgartner JC, Marshall JG. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. *J Endod* 1995;21:26-32.
21. Vaudt J, Bitter K, Neumann K, Kielbassa AM. Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel-titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *Int Endod J* 2009;42:22-33.
22. Lopes HP, Ferreira AA, Elias CN, Moreira EJ, de Oliviera JC, Squiera JF Jr. Influence of rotational speed on the cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 2009;35:1013-6.
23. Goeric AC, Michelin RJ, Schultz HH. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod* 1982;8:550-4.
24. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod* 2008;34:1291-1301.
25. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18:269-96.
26. Spanberg LSW. Endodontic treatment of teeth without apical periodontitis In: Orstavik D, Pitt Ford TR eds. *Essential Endodontology*, Madlen, MA, USA, Blackwell Pub Com 1998 p: 210-41.
27. Çalışkan MK. Endodontide tanı ve tedaviler. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul; 2006:243.
28. Mounce R. *Mükemmel Endodonti*. Vestiyer Yayın Grubu, İstanbul; 2010:19-20.
29. Steward GG. The importance of chemomechanical preparation of the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1955;8:993-7.

30. Distel JW, Hatton JF, Gillespie MJ. Biofilm Formation in medicated root canals. *J Endod* 2002;5:510-3.
31. Svensäter G, Bergenholtz G. Biofilms in endodontic infections. *Endod Topics* 2004;9:27-36.
32. Berkiten M, Okar I, Berkiten R. In vitro study of the penetration of *Streptococcus sanguis* and *Prevotella intermedia* strains into human dentinal tubules. *J Endod* 2000;26:236-9.
33. Love RM, Jenkinson HF. Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. *Crit Rev Oral Biol Med* 2002;13:171-83.
34. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 1981;89:321-8.
35. McGurkin-Smith R, Trope M, Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of intracanal bacteria using GT rotary Instrumentation , 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca(OH)₂. *J Endod* 2005;21:359-63.
36. Siqueira JF JR, Alves RF, Almeida BM, Machado 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* 2010;36:1860-1865.
37. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J* 2010;43:2-15.
38. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Lukue CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *J Endod* 2010;34:208-311.
39. Blank-Gonçalves LM, Nabeshima CK, Rosa Martins GH, de Lima Machado ME. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *J Endod* 2011;37:1268-1271.
40. Wu L, Mu Y, Deng X, Zhang S, Zhou D. Comparison of the effect of four decalcifying agents combined with 60°C 3% sodium hypochlorite on smear layer removal. *J Endod* 2012;38:381-384.
41. Çalışkan MK. Endodontide tanı ve tedaviler. *Nobel Tıp Kitapevleri* 2006:351.
42. Boyde A, et al. Advances in fluorine research and dental caries prevention. In: An assesment of two new phsical methods applied to the study of dental tissues. Oxford, UK: Pergamon Press, 1963:185-93.
43. Eick JD, et al. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microscope. *J Dent Res* 1970;49:1359-68.

44. Brånström M, Johnson G. Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: a scanning electron microscopic investigation. *J Prost Dent* 1974;31:422-30.
45. Lester KS, Boyde A. Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *Brit Dent J* 1977;143:359-67.
46. Goldman LB, Goldman M, Kronman HJ, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J Endod* 1982;8:487-92.
47. Cameron JA. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J Endod* 1987;9:289-92.
48. Barnes IE. The production of inlay cavity bevels. *Brit Dent J* 1974;137:379-90.
49. Gilboe DB, Svare CW, Thayer KE, Drennon DG. Dentinal smearing: an investigation of the phenomenon. *J Prost Dent* 1980;44:310-6.
50. Cameron JA. The use of ultrasound for removal of the smear layer. The effect of sodium hypochlorite concentration ; SEM study. *Aus Dent J* 1988;33:193-200.
51. Garberoglio R, Brånström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol* 1976;21:355-62.
52. Outhwaite WC, Livingstone MJ, Pashley DH. Effect of changes in surface area, thickness, temperature and post-extraction time on human dentine permeability. *Arch Oral Biol* 1976;21:599-603.
53. Pashley DH. Dentin-predentin complex and its permeability: physiologic overview. *J Dent Res* 1985;64:613-20.
54. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *J Endod* 1987;13:369-74.
55. Gençoğlu N, Samani S, Günday M. Dentinal wall adaptation of thermoplasticized gutta-percha in the absence or presence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 1993;19:558-62.
56. Gutmann JL. Adaptation of injected thermoplasticized in the absence of the dentinal smear layer. *Int Endod J* 1993;26:87-92.
57. Pashley DH. Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent Suppl* 1984;3:13-29.
58. Williams S, Goldman M. Penetrability of the smeared layer by a strain of *Proteus vulgaris*. *J Endod* 1985;11:385-8.

59. Meryon SD, Brook AM. Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *Int Endod J* 1990;23:196-202.
60. Abbott PV, et al. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J* 1991;24:308-16.
61. Cengiz T, et al. The effect of dental tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1990;23:163-71.
62. Yamada RS, et al. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. Part 3. *J Endod* 1983;9:137-42.
63. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 1987;13:147-57.
64. Stewart GG, Kapsimalas P, Rappaport H. EDTA and urea peroxide for root canal preparation. *J Am Dent Assoc* 1969;78:335-8.
65. Carver K, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2007;33:1038-1043.
66. Dorreles-Morgental R, Guerreiro-Tanomaru JM, de Faria-Júnior NB, Hungaro-Duarte MA, Kuga MC, Tanomaru-Filho M. Antibacterial efficacy of endodontic irrigating solutions and their combinations in root canals contaminated with *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:396-400.
67. Ercan E, Özekinci T, Atakul F, Gül K. Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study. *J Endod* 2004;30:84-87.
68. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J* 2008;58:329-341.
69. Trepagnier CM, et al. Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. *J Endod* 1977;3:194-6.
70. Baker NA, et al. Scanning electron microscopic study of efficacy of various irrigating solutions. *J Endod* 1975;1:127-35.
71. Wayman BE, et al. Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *J Endod* 1979;5:258-65.
72. Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1982;15:187-96.

73. Türkün M. Kalsiyum hidroksit ve sodyum hipokloritin irrigasyon materyali olarak incelenmesi. E Ü Sağ Bil Enst, Doktora Tezi, İzmir 1994.
74. Türkün M, Cengiz T. The effect of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J* 1997;30:335-42.
75. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-398.
76. Test ST, Lampert MB, Ossanna PJ, et al. Generation of nitrogen-chlorine oxidants by human phagocytes. *J Clin Investig* 1984;74:1341-1349.
77. Dakin HD. On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *Br Med J* 1915;2:809-10.
78. Coolidge ED. The diagnosis and treatment of conditions resulting from diseased dental pulps. *J Nat Dent Assoc* 1919;6:337-349.
79. Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, et al. Mechanizm of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J* 2002;13:113-117.
80. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, et al. Mechanizm of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J* 1995;6:85-90.
81. Pashley EL, et al. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod* 1985;11:525-8.
82. Ørstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol* 1990;6:142.
83. Hauman CHJ, Love RM. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. *Int Endod J* 2003;36:75-85.
84. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983;55:307-12.
85. Morgental RD, Singh A, Sappal H, Kopper PMP, Vier-Pelisser FV, Peters OA. Dentin inhibits the antibacterial effect of new and conventional endodontic irrigants. *J Endod* 2013;39:406-410.
86. Gomes BPFA, et al. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2001;34:424-8.
87. Sjørgen U, et al. Factors affecting the long term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16:498-504.
88. Sundqvist G, et al. Microbiological analysis of teeth with failed endodontic treatment and outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1998;85:68-93.

89. Çalışkan MK. Endodontide tanı ve tedaviler. Nobel Tıp Kitapevleri 2006:321.
90. Holleman AF, Wiberg E. Inorganic chemistry academic press: San Diego 2001. ISBN 0-12-352651-5.
91. Zeeck A, et al. Chemie für Mediziner. München, Germany: Urban & Schwarzenberg, 1992.
92. Nygaard-Østby B. Chelation in root canal therapy: ethylenediaminetetraacetic acid for cleansing and widening of root canals. Odontol Tids 1957;65:311.
93. Pawlica H. Verwendung der chelatverbindungen zur erweiterung der wurzelkanäle: mikrohärteuntersuchung. Stomatol DDR 1982;3:355-61.
94. Russell AD. Principles of antimicrobial activity. In: Block SS, ed. Disinfection, Sterilisation and preservation. 4th ed. Philadelphia, PA, Lea Febiger 1991;29-58.
95. Haznedaroğlu F. Nickel-Titanium döner aletlerle kök kanalı şekillendirilmesi Hero 642 yöntemi. Malatya Dişhek Odası Yay 1998.
96. Hargreaves KM, Cohen S. Cohen's pathways of the pulp, Tenth Edition, 2011, Mosby Elsevier, St Louis 2011;233-236.
97. Versluis A, Kim HC, Lee W, Kim BM, Lee CJ. Flexural stiffness and stresses in nickel-titanium rotary files for various pitch and cross-sectional geometries. J Endod 2012;38:1399-1403.
98. Platzer U, Sedlmayer J. Die manuelle wurzelkanalaufbereitung-neue instrumenten-neue techniken? In endodontie-neue erkenntnisse aus praxis und wissenschaft in der DGMZK, Hanser, München 1993.
99. Mounce RE. Rotary nickel-titanium instrumentation revolutionized: The Twisted File. Oral Health May 2008;6-9.
100. Fayyad DM, Elgandy AA. Cutting efficiency of Twisted versus machined nickel-titanium endodontic files. J Endod 2011;37:1143-6.
101. Mounce RE. Blended endodontic elegance and simplicity: the single twisted file preparation and matching RealSeal one obturation. Int Dent SA 2010;12:40-48.
102. Wycoff RC, Berzins DW. An in vitro comparison of torsional stress properties of three different rotary nickel-titanium files with a similar cross-sectional design. J Endod 2012;38:1118-1120.
103. Lloyd A. Root canal instrumentation with ProFile instruments. Endod Topics 2005;10:151-154.

104. Shen Y, Coil JM, Haapasalo M. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 3: A 4-year retrospective study from an undergraduate clinic. *J Endod* 2009;35:193-196.
105. Veltry M, Mollo A, Mantovani L, Pini P, Balleri P, Grandini S. A comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Mtwo niti instruments in the preparation of the curved root canals. *Int Endod J* 2005;38:610-616.
106. Cheung GSP, Darvell BW. Low-cyclic fatigue of niti rotary instruments of various cross-sectional shapes. *Int Endod J* 2007;40:626-632.
107. Al-Hadlaq SM. Cyclic flexural fatigue resistance of the Revo-S rotary nickel-titanium endodontic files. *P Oral & Dent J* 2010;30:481-484.
108. Basrani B, Roth K, Sas G, Kishen A, Peters OA. Torsional Profiles of new and used Revo-S rotary instruments: An in vitro study. *J Endod* 2011;37:989-992.
109. Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J* 2012;45:614-618.
110. Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, Alovise M, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J Endod* 2012;38:101-104.
111. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerov K. Comparison between a novel nickel titanium alloy and 508 Nitinol on the cyclic fatigue life of Profile 25/04 rotary instruments. *J Endod* 2008;34:1406-9.
112. Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle C, West J. The WaveOne single file reciprocating system. *Roots* 2011;1:28-33.
113. Arias A, Perez-Higueras JJ, de la Macorra JC. Differences in cyclic fatigue resistance at apical and coronal levels of reciproc and WaveOne new files. *J Endod* 2012;38:1244-1248.
114. Kim HC, Kwak SW, Cheung GS, Ko D, Chung S, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod* 2012;38:541-544.
115. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus Profile. *J Endod* 2003;29:15-19.
116. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod* 2004;30:228-230.

117. Martin D, Amor J, Machtou P. Mechanized endodontics: The ProTaper system, principles and clinical protocol. *Revue d'Odonto Stomatologie* 2002;31:33-42.
118. Blum JY, Machtou P, Ruddle CJ, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: Value of the safety quotient. *J Endod* 2003;29:567-575.
119. Câmara SA, de Castro Martins R, Viana AC, de Toledo Leonardo R, Buono VT, de Azevedo Bahia MG. Flexibility and torsional strength of ProTaper and Protaper Universal rotary instruments assessed by mechanical tests. *J Endod* 2009;35:113-116.
120. Ruddle CJ. The ProTaper technique: Shaping the future of endodontics. *Endod Topics* March 2005:1-4.
121. Shabahang S, Goon WWY, Gluskin AH. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. *J Endod* 1996;22:616-618.
122. Yared G. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: A new concept. *VWOOO300 Rev.* 0/13.01.11. 2011:1-8.
123. Hof R, Perevalov V, Eltanani M, et al. The Self-adjusting File (SAF). Part 2: Mechanical analysis. *J Endod* 2010;36:691-696.
124. Metzger Z, Teperovic E, Zary R, et al. The Self-adjusting File (SAF). Part 1: Respecting the root canal anatomy-A new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod* 2010;36:679-690.
125. Metzger Z, Teperovic E, Cohen R, Zary R, Paque F, Hülssman M. The Self-adjusting File (SAF). Part 3: Removal of debris and smear layer –A scanning electron microscope study. *J Endod* 2010;36:967-702.
126. Adıgüzel Ö, Yiğit-Özer S, Kaya S, Uysal İ, Ganıdağlı-Ayaz S, Akkuş Z. Effectiveness of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and MTAD on debris and smear layer removal using a self-adjusting file. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod* 2011;112:803-808.
127. Lertchirakam V, Palamara JE, Messer HH. Patterns of vertical root fracture: Factors affecting stress distribution in the root canal. *J Endod* 2003;29:523-8.
128. Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation: Part 3. GT file technique in large root canals with small apical diameters. *Int Endod J* 2001;34:149-156.
129. Haapasalo M, Qian W. Irrigants and intracanal medicaments. In Inge JI, Bakland LK, Baumgartner JC, eds. *Ingle's Endodontics*. 6th ed. Hamilton, Canada: BC Decker Inc; 2008:992-1018.

130. Sena NT, Gomes BPFA, Vianna ME, et al. In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against selected single-species biofilms. *Int Endod J* 2006;39:878-85.
131. Davis MJ, Maki J, Bahcall JK. An in vitro comparison of the antimicrobial effects of various endodontic medicaments on *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2007;33:567-569.
132. Estrella C, Ribeiro RG, Estrella CRA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Antimicrobial effect of 2 % sodium hypochlorite and 2 % chlorhexidine tested by different methods. *Braz Dent J* 2003;14:58-62.
133. Siqueira JF, Rôças IN. PCR methodology as a valuable tool for identification of endodontic pathogens. *J Dent* 2003;31:333-339.
134. Çelik E, Çelik GY. Bitki uçucu yağların antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi* 2007;5:1-6.
135. McPherson MJ, Moller SG. *The Basics*. New York: Cromwell Press; 2000:1-45.
136. Siqueira JF Jr, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. *Int Endod J* 1997;30:279-282.
137. Hancock LE, Gilmore MS. Pathogenicity of enterococci. In: *Gram-Positive Pathogens*. Fischetti V.A. (ed), American Society for Microbiology, Washington , DC 2000:251-258.
138. Richards MJ, Edwards JR, Culver DH, Gaynes RP. Nosocomial infections in combined medical-surgical intensive care units in the United States. *Infect. Control Hosp Epidemiol* 2000;21:510-515.
139. Pearson H. 'Superbug' hurdles key drug barrier. *Nature* 2002;418:469.
140. Sahm DF, Kissinger J, Gilmore MS, Murray PR, Mulder R, Solliday J, et al. In vitro susceptibility studies of vancomycin-resistant *Enterococcus faecalis*. *Antimicrob Agents Chemother* 1989;33:1588-1591.
141. Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. *J Endod* 1992;18:427-30.
142. Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 1998;31:1-7.
143. Pinheiro ET, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Sousa ELR, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microorganisms from canals of root filled teeth with periapical lesions. *Int Endod J* 2003;36:1-11.

144. Pinheiro ET, Gomes BRFA, Ferraz CCR, Teixeira FB, Zaia AA, Souza-Filho FJ. Evaluation of root canal microorganisms isolated from teeth with endodontic failure and their antimicrobial susceptibility. *Oral Microbiol Immunol* 2003;18:100-3.
145. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod* 2006;32:93-98.
146. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J S* 2007;52:52-63.
147. Siqueira JF Jr., Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5% and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod* 2000;26:331-4.
148. Rôças IN, Siqueira JF Jr., Santos KRN. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod* 2004;30:315-320.
149. Peciuliene V, Reynaud AH, Balciuniene I, Haapasalo M. Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. *Int Endod J* 2001;34:429-434.
150. Baik JE, Ryu RH, Han JY, Im J, Kum KY, Yun CH, Lee K, Han SH. Lipoteichoic acid partially contributes to the inflammatory responses to *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2008;34:975-982.
151. Baik JE, Kum YE, Yun CH, Lee JK, Lee K, Kim KK, Han SH. Calcium hydroxide inactivates lipoteichoic acid from *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2008;34:1355-1359.
152. Ariaz-Moliz MT, Ferrer-Luque CM, Espigarez-García M, Baca P. *Enterococcus faecalis* biofilms eradication by root canal irrigants. *J Endod* 2009;35:711-714.
153. Brito PRR, Souza LC, Machado de Oliveira JC, Alves FRF, 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* 2009;35:1422-1427.
154. Basrani BR, Manek S, Sodhi RNS, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod* 2007;33:966-969.
155. Bloomfield SF, Miles GA. The antibacterial properties of sodium dichloroisocyanurate and sodium hypochlorite formulations. *J Appl Bacteriol* 1979;46:65-73.
156. Siqueira JF Jr, Batista MMD, Fraga RC, Uzeda M. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J Endod* 1998;24:414-6.

157. Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev* 1997;10:597-610.
158. Spanberg L, Engström B, Langeland K. Biologic effects of dental materials. III. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surg* 1973;36:856-71.
159. Retamozo B, Shabahang S, Johnson N, Aprecio RM, Torabinejad M. Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2010;36:520-523.
160. Hu X, Peng Y, Sum CP, Ling J. Effects of concentrations and exposure times of sodium hypochlorite on dentin deproteinization: Attenuated total reflection fourier transform infrared spectroscopy study. *J Endod* 2010;36:2008-2011.
161. Soares JA, de Carvalho MAR, Santos SMC, Mendonça RMC, Ribeiro –Sobrinho AP, Brito-Júnior M, Magalhães PP, Santos MH, de Machado Farias L. Effectiveness of chemomechanical preparation with alternating use of sodium hypochlorite and EDTA in eliminating intracanal *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod* 2010;36:894-898.
162. 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* 2011;37:701-705.
163. Ruckman JE, Whitten B, Sedgley CM, Svec T. Comparison of the Self-Adjusting File with rotary and hand instrumentation in long-oval-shaped root canals. *J Endod* 2013;39:92-95.
164. Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA, Hernandez SR. Cleaning efficacy using two engine-driven systems versus manual instrumentation in curved root canals: A scanning electron microscopic study. *J Endod* 2011;37:1279-1282.
165. Estrela C, Blitzkov G, Figueredo JAP, Estrela CRA. Antibacterial efficacy of intracanal medications on bacterial biofilms: a critical review. *J Appl Oral Sci* 2009;17:1-7.
166. Attin T, Buchalla W, Zirkel C, Lussi A. Clinical evaluation of the cleansing properties of the noninstrumental technique for cleaning root canals. *Int Endod J* 2002;35:929-33.
167. Siqueira JF Jr, Araújo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod* 1997;23:499-502.

168. Peters OA, Boessler C, Paqué F. Root canal preparation with a novel nickel-titanium instrument evaluated with micro-computed tomography: canal surface preparation over time. *J Endod* 2010;36:1068-1072.
169. ElAyouti A, Chu A-L, Kimionis I, Klein C, Weiger R, Löst C. Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *Int Endod J* 2008;41:1088-1092.
170. Peters OA, Paqué F. Root canal preparation of maxillary molars with the Self-Adjusting File: a micro computed tomography study. *J Endod* 2011;37:53-57.
171. ElAyouti A, Dima E, Judenhofer MS, Löst C, Pichler BJ. Increased apical enlargement contributes to excessive dentin removal in curved root canals: a stepwise microcomputed tomography study. *J Endod* 2011;37:1580-1584.
172. Loizides AL, Kakavetsos VD, Tzanetakis GN, Kontakiotis EG, Eliades G. A comparative study of the effects of two nickel-titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. *J Endod* 2007;33:1455-1459.
173. Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod* 2009;35:1056-1059.
174. Endodontology ES. Undergraduate curriculum guidelines for endodontology. *Int Endod J* 2001; 34:574-80.
175. Taha NA, Ozawa T, Messer HH. Comparison of three techniques for preparing oval-shaped root canals. *J Endod* 2010;36:532-535.
176. Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *J Endod* 2010;36:703-707.
177. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Santos SRLD, Lima KC, Magalhães FAC, de Uzada M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod* 2002;28:181-184.
178. Sedgley C, Buck G, Appelbe O. Prevalence of *Enterococcus faecalis* at multiple oral sites in endodontic patients using culture and PCR. *J Endod* 2006;32:104-109.
179. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J* 2012;45:449-461.

- 180.** Alves FRF, Rôças IN, Almeida BM, Neves MAS, Zoffoli J, Siqueira JF Jr. Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int Endod J* 2012;45:871-877.
- 181.** Peters OA, Peters CI. Cleaning and shaping of the root canal system. In: Cohen S, Hargreaves KM, eds. *Pathways of the Pulp*. 9th ed. St Louis, MO: Mosby; 2006:290-357.
- 182.** Paqué F, Boessler C, Zehnder M. Accumulated hard tissue debris level in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps. *Int Endod J* 2011;44:148-53.
- 183.** Paqué F, Al-Jadaa A, Kfir A. Hard-tissue debris accumulation created by conventional rotary versus self-adjusting file instrumentation in mesial root canal systems of mandibular molars. *Int Endod J* 2012;45:413-418.

7. ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Şanlıurfa'da doğdum. İlk öğrenimi Cengiz Topel İlkokulun'da, ortaöğrenimi de Şanlıurfa Anadolu Lisesi'nde tamamladım. 2003 yılında Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesini kazandım. 2008 yılında mezun oldum ve aynı yıl Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladım. 2009 yılından beri aynı kürsüde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktayım. İngilizce bilmekteyim.