**T.C.**
**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ VE**
**ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

# FARKLI İRRİGASYON TEKNİKLERİNİN SMEAR TABAKASI, DEBRİS, KALSİYUM HİDROKSİT UZAKLAŞTIRMASI VE KÖK KANAL DOLGUSUNUN SÖKÜMÜNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Dt. Melis YILMAZ**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMANI**
**Prof. Dr. H. Oğuz YOLDAŞ**

**ADANA – 2012**

**T.C.**
**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ VE**
**ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

# FARKLI İRRİGASYON TEKNİKLERİNİN SMEAR TABAKASI, DEBRİS, KALSİYUM HİDROKSİT UZAKLAŞTIRMASI VE KÖK KANAL DOLGUSUNUN SÖKÜMÜNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Dt. Melis YILMAZ**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMANI**
**Prof. Dr. H. Oğuz YOLDAŞ**

Bu tez, Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından
DHF2009D2 no'lu proje olarak desteklenmiştir.

**Tez No: …….**

**ADANA – 2012**

**KABUL VE ONAY**

**Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**

Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim Dalı Doktora Programı çerçevesinde yürütülmüş olan "Farklı İrrigasyon Tekniklerinin Smear Tabakası ve Debris Uzaklaştırılması, Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırılması, Kök Kanal Dolgusunun Sökümüne Etkisinin Değerlendirilmesi" adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: ……/……./2012

Prof. Dr. H. Oğuz YOLDAŞ
Çukurova Üniversitesi
Jüri Başkanı

Doç. Dr. Haluk Öztunç
Çukurova Üniversitesi
Jüri Üyesi

Doç.Dr. Cem Doğan
Çukurova Üniversitesi
Jüri Üyesi

Doç. Dr. Kürşat Er
Akdeniz Üniversitesi
Jüri Üyesi

Yard. Doç. Dr. A. Şehnaz Yılmaz
Çukurova Üniversitesi
Jüri Üyesi

Yukarıdaki tez, Yönetim Kurulunun ...../……/…….. tarih ve ……sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr. Halil KASAP**
**Enstitü Müdürü**

**TEŞEKKÜR**

Doktora eğitimim boyunca bilgilerini ve desteğini esirgemeyen, tezimin her aşamasında sabrıyla ve bilgisiyle bana yol gösteren değerli danışmanım ve abim Prof. Dr. H. Oğuz YOLDAŞ' a,

Doktora tez çalışmamın deney ve yazım aşamalarında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Yard. Doç. Dr. A. Şehnaz YILMAZ' a ve Arş. Gör. Dt. Cihan KÜDEN' e,

İstatistiksel değerlendirmelerdeki ve grafik tasarımlarındaki yardımlarından dolayı Doç. Dr. Gülşah SEYDAOĞLU'na,

Doktora eğitimim süresince manevi desteğiyle ve güler yüzüyle her zaman yanımda olan, nazımı çeken sevgili dostum Pedodontist Arş. Gör. Dt. Buse SERİN'e,

Hep yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen tüm asistan arkadaşlarıma,

Tüm ömrümce her koşul altında arkamda olan çok sevgili aileme ve özellikle ablam Dt. Füsun YILMAZ'a,

Çok kısa bir süre önce kaybettiğim, en büyük desteğim, yıkılmaz kalem olan sevgili babam Opr. Dr. Samim YILMAZ'a tezimi kendisine adayarak,

Tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER


Kabul ve Onay ii
TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ x
ÖZET xi
ABSTRACT xiii
1. GİRİŞ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Kök Kanallarında İrrigasyonun Önemi 3
2.2. İdeal İrrigantın Özellikleri 3
2.3. İrrigasyon Solüsyonlarının Sınıflandırılması 4
2.3.1. Kimyasal Ajanlar 4
2.3.1.1. Doku Çözücü Ajanlar 4
2.3.1.1.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl) 4
2.3.1.1.1.1. Sodyum Hipokoritin Endodontik Kullanımı 4
2.3.1.1.1.2. Sodyum Hipokloritin Etki Mekanizması 5
2.3.1.1.1.3. Sodyum Hipokloritin Etkinliğinin Arttırılması 6
2.3.1.1.2. Klorin Dioksit ($ClO_2$) 7
2.3.1.2. Asitler ve Şelasyon Ajanları 7
2.3.1.2.1. EDTA 7
2.3.1.2.2. REDTA 8
2.3.1.2.3. EDTA-T 9
2.3.1.2.4. Sitrik Asit 9
2.3.1.2.5. HEBP 9
2.3.1.3. Antimikrobiyal ajanlar 10
2.3.1.3.1. Klorheksidin 10
2.3.1.3.2. MTAD 11
2.3.1.3.3. Tetraclean 11
2.3.1.3.4. Triclosan ve Gantrez 11

2.3.1.4. Oksitleyici Solüsyonlar 12
2.3.1.5. Elektromekanik Olarak Aktive Edilmiş Solüsyonlar (ECA) 12
2.3.1.6. Ozonlu Su 12
2.3.2. Doğal Ajanlar 13
2.3.2.1. Herbal 13
2.3.2.2. Yeşil Çay 13
2.3.2.3. Morinda Sitrifolia 13
2.4. Güncel İrrigant Ajitasyon Teknik ve Aletleri 13
2.4.1. Manuel Ajitasyon Teknikleri 14
2.4.1.1. İğne/Kanül ile Şırınga İrrigasyonu 14
2.4.1.2. Fırçalar 15
2.4.1.2.1. Navi Tip FX 15
2.4.1.2.2. Endobrush 16
2.4.1.3. Manuel-Dinamik İrrigasyon 16
2.4.2. Makine-Destekli Yıkama Sistemleri 17
2.4.2.1. Döner Fırçalar 17
2.4.2.1.1. Ruddle Fırça 17
2.4.2.1.2. Canal Brush 17
2.4.2.2. Döner Enstrumantasyon Esnasında Devamlı İrrigasyon 17
2.4.2.3. Sonik İrrigasyon 18
2.4.2.3.1. MM 1500 18
2.4.2.3.2. Endoactivator 19
2.4.2.4. Ultrasonik İrrigasyon 19
2.4.2.5. Basınç Değişimli Aletler 21
2.4.2.5.1. NIT (Non-Enstrumantation Technique) 22
2.4.2.5.2. Fukumoto et. al. Dizayn Ettiği İrrigasyon Sistemi 22
2.4.2.5.3. Endo Vac 22
2.4.2.5.4. Rinsendo Sistemi 23
2.4.2.5.5. Canal Clean Max 24
2.4.3. Lazer ile İrrigasyon 24
2.4.4. Fotoaktif Dezefeksiyon 24
2.5. Kök Kanallarında İlaç Kullanımı 25
2.5.1. Kanal İçi Dezenfeksiyon Materyalleri 25
2.5.1.1. Fenol Preparatları 25

2.5.1.2. Formaldehit 25
2.5.1.3. Halojenler 26
2.5.1.4. Kalsiyum Hidroksit 26
2.5.1.5. Antibiyotik İçerikli Patlar 28
2.6. Smear Tabakası 30
2.7. Kök Kanal Tedavisinin yenilenmesi 30
3. GEREÇ VE YÖNTEM 31
3.1. Çeşitli İrrigasyon Tekniklerinin Debris ve Smear Tabakasının Uzaklaştırılması Üzerine Etkinliği 33
3.2. Çeşitli İrrigasyon Tekniklerinin Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırılmasına Etkisi 35
3.3. Kök Kanal Dolgusunun Sökülmesinde Farklı İrrigasyon Tekniklerinin Değerlendirilmesi 37
4. BULGULAR 40
4.1. Çeşitli İrrigasyon Tekniklerinin Debris ve Smear Tabakasının Uzaklaştırılması Üzerine Etkinliği 40
4.2. Çeşitli İrrigasyon Tekniklerinin Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırılmasına Etkisi 49
4.3. Kök Kanal Dolgusunun Sökülmesinde Farklı İrrigasyon Tekniklerinin Değerlendirilmesi 50
5.TARTIŞMA 54
6. SONUÇLAR 65
7. KAYNAKLAR 66
ÖZGEÇMİŞ 80

# ŞEKİLLER DİZİNİ


Şekil 3.1: RinsEndo irrigasyon sistemi 31
Şekil 3.2: EndoVac İrrigasyon Sistemi 32
Şekil 3.3: Canal Clean Max (A) ve MM 1500 Sonik Sistemi (B) 32
Şekil 3.4: Canal brush (A) ve Navi Tip FX (B) 32
Şekil 3.5: Kök kanalları doldurulduktan sonra çekilen örnek dolum radyografı 37
Şekil 4.1.1: SEM de incelenen bir örneğin X12 (A) ve X1000 (B) büyütmedeki görüntüsü 43
Şekil 4.1.2: Koronal üçlülerden alınan SEM görüntülerinden bir örnek. 43
Şekil 4.1.3: RinsEndo grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X 1000 büyütmede SEM görüntüsü. 44
Şekil 4.1.4: EndoVac grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X 1000 büyütmede SEM görüntüsü. 44
Şekil 4.1.5: Canal Clean Max grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X 1000 büyütmede SEM görüntüsü. 45
Şekil 4.1.6: MM 1500 grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X 1000 büyütmede SEM görüntüsü. 45
Şekil 4.1.7: Canal Brush grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X 1000 büyütmede SEM görüntüsü. 46
Şekil 4.1.8: Navi Tip FX grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X 1000 büyütmede SEM görüntüsü. 46
Şekil 4.1.9: Manuel-dinamik irrigasyon grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X 1000 büyütmede SEM görüntüsü. 47
Şekil 4.1.10: MM 1500 sonik sistem ile beraber kullanılan rispisonik eğenin izleri 47
Şekil 4.1.11: Tüm gruplarda apikal bölgede kalan debris miktarı skorlarının yüzde olarak dağılımı 48
Şekil 4.1.12: Tüm gruplarda apikal bölgede kalan smear tabakası miktarı skorlarının yüzde olarak dağılımı 48
Şekil 4.2.1: Kontrol grupları; A, negatif kontrol; B, pozitif kontrol 49
Şekil 4.2.2: A, pat artığı kalmış örnek; B, tamamen temizlenmiş örnek 50
Şekil 4.3.1: Kanal dolgusunun sökümü sonrası çekilen kontrol radyografı 51
Şekil 4.3.2: A-B, Kanal dolgusu artığı kalmış örnekler 51

Şekil 4.3.3: Kök kanal dolgusunun sökümü sonrasında smear tabakası uzaklaştırılmış örneklerden koronal (A) ve orta (B) üçlülerinden alınan SEM görüntülerinde dentin tübüllerinde kalan pat artıkları 52
Şekil 4.3.4: Kök kanal dolgusunun sökümü sonrasında smear tabakası uzaklaştırılmış örneklerden birinin apikal üçlüsünden alınan X 22 de (A) ve X 1000 (B) SEM görüntüleri 52
Şekil 4.3.5: Kalan kanal dolgusu değerlerinin gruplara göre dağılımı 53

# ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1.1: Örneklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde kalan debris ve smear tabakası skorlarının göre dağılımı 40
Çizelge 4.1.2: Örneklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde kalan debris ve smear tabakası skorlarının istatistiksel olarak dağılımı 41
Çizelge 4.1.3: Örneklerin apikal üçlülerinde kalan debris skorlarının yüzde olarak dağılımı 41
Çizelge 4.1.4: Örneklerin apikal üçlülerinde kalan smear tabakası skorlarının yüzde olarak dağılımı 42
Çizelge 4.2.1: Örneklerde kalan kalsiyum hidroksit miktarının ortalama alan değerleri 49
Çizelge 4.3.1: Kalan kanal dolgu materyali miktarı 50

# SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CHX: Klorheksidin

EDTA: Etilen diamin tetra asetik asit

EDTA-T: Etilen diamin tetra asetik asit -% 0.2 liklauryl sodyum sülfat

REDTA: Etilen diamin tetra asetik asit-Setrimit

IKI: İyodin-Potasyum-İyodid

MTAD: %3'lük doksisiklin, %4.25'lik sitrik asit ve Tween-80 adlı deterjanın karışımı

NaOCl: Sodyum Hipoklorit

PUI: Pasif ultrasonik irrigasyon

SA: Sitrik asit

SEM: Elektron Tarama Mikroskopu

UI: Ultrasonik irrigasyon

HEBP: 1-hidroksietilden-1, 1-bifosfanat

# ÖZET


**Farklı İrrigasyon Tekniklerinin Smear Tabakası, Debris, Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırması ve Kök Kanal Dolgusunun Sökümüne Etkisinin Değerlendirilmesi**

**Bu çalışmanın amacı, farklı irrigasyon tekniklerinin smear tabakasının ve debrisin uzaklaştırılmasına, kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasına, kök kanal dolgusunun söküm işlemlerine etkisini değerlendirmektir.**

**70 adet maksiler santral diş rastgele 7 gruba ayrıldı ve apikal çapı 50 olacak şekilde enstrumante edildi. Enstrumantasyon işlemleri sırasında 7 farklı irrigasyon tekniği kullanıldı. Her eğe değişiminde kanallar 2 ml NaOCl ile irrige edildi. Smear tabakası %17'lik EDTA ile 1 dakika kullanımı ve sonrasında 10 ml % 5,25'lik NaOCl yıkama ile uzaklaştırıldı. Kullanılan irrigasyon teknikleri sırasıyla; RinsEndo (Grup 1, Duerr-Dental, Bittigheim-Bissingen, Almanya), EndoVac (Grup 2, Discus Dental, Culver City, Kanada), Canal Cleanmax (Grup 3, Maximum Dental, NJ, ABD), MM 1500 sonik sistem (Grup 4, Micro Mega, Prodonta, Geneva, İsviçre) , CanalBrush (Grup 5 ,Roeko, Langenau, Almanya), NaviTip FX (Grup 6, Ultradent, South Jordan, UT) and manuel-dinamik irrigasyon (Grup 7). Köklere bukko-lingual olarak longitudinal bir çentik açıldı ve ikiye kırıldı. Her iki yarıda SEM ile fotoğraflandı. Kalan smear tabakası ve debris miktarları 5lik skorlama sistemi kullanılarak incelendi. İstatisitksel analiz Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri kullanılarak yapıldı. Sonuç olarak; tüm irrigasyon teknikleri smear tabakasının ve debrisin uzaklaştırılmasında koronal ve orta üçlüde apikal üçlüye göre daha etkili bulundu. Apikal üçlüde MM 1500 debris uzaklaştırılmasında en etkili teknik olarak bulundu. Smear tabakasının uzaklaştırılmasında ise tüm tekniklerde benzer sonuçlar elde edildi.**

**74 adet mandibular premoların kök kanalı enstrumante edildi ve 72 tanesi kalsiyum dihroksit patıyla doldurduldu. 2 diş pozitif kontrol olarak kalsiyum hidroksit patıyla, 2 diş ise patsız negatif kontrol olarak bırakıldı. Dişler 7 gruba ayrıldı. Kalsiyum hidroksit patı farklı irrigasyon teknikleri ile yıkandı. (RinsEndo, EndoVac , Canal Cleanmax, MM 1500 sonik sistem, CanalBrush, NaviTip FX ve konvansiyonel (kontrol) irrigasyon) Her grupta 10 ml %1'lik NaOCl ve 5 ml serum fizyolojik kullanıldı. Köklere**

**bukko-lingual olarak longitudinal bir çentik açıldı ve ikiye kırıldı. Her iki yarıda stereo-mikroskop ile fotoğraflandı. Kalan kalsiyum hidroksit miktarı İmage J görüntüleme program kullanılarak toplam kanal alanının yüzdesi olarak hesaplandı. İstatistiksel analiz için Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testi kullanıldı. Pat artıkları tüm gruplarda gözlemlendi. MM 1500 grubu ile CanalBrush grubu ($p>0.05$) hariç diğer gruplarla ($p<0.05$) arasında istatistiksel farklılık gözlemlendi. Sonuç olarak; MM 1500 sonik system kalsiyum hidroksit patını kök kanalından en etkili irrigasyon tekniğidir.**

**70 adet maksiller santral dişin kökleri apikal çapı 50 olacak şekilde hedstrom eğeler ile genişletildi ve kök kanalları guta-perka ve AH Plus kanal patı ile doldurulduu. Kök kanal dolgusu R-Endo ve el eğeleri kullanılarak söküldü. Sökme işlemleri en son 50 nolu hedstrom eğe kullanılarak bitirildi. Her eğe değişiminde 2 ml % 1 lik NaOCl kullanıldı. Kullanılan irrigasyon teknikleri sırasıyla; RinsEndo (Grup1) EndoVac (Grup 2) , Canal Cleanmax (Grup 3), MM 1500 sonik sistem (Grup 4), CanalBrush (Grup 5), NaviTip FX (Grup 6), and konvansiyonel irrigasyondur (Grup 7). Köklere longitudunal olarak bukko-lingual yönde çentik açıldı ve iki parçaya ayrıldı. Köklerin her iki yarıda stereo-mikroskop ile fotoğraflandı. Kalan kanal dolgu materyali miktarı Image J görüntüleme programı ile total kanal alanının alanın yüzdesi olarak hesaplandı. Tüm gruplarda kök kanal dolgu materyali artıkları görüldü. En düşük değerler Canal Brush grubunda, en yüksek değerler ise EndoVac grubunda gözlemlenmiş olmasına rağmen gruplar arasında herhangi bir istatistiksel fark yoktur. Kök kanal dolgusunun söküm işlemlerinde farklı irrigasyon tekniklerinin herhangi bir etkisi yoktur, asıl etkili olan enstrumantasyondur.**

**Anahtar Kelimeler: irrigasyon teknikleri, smear tabakası ve debrisin uzaklaştırılması, kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması, kök kanal tedavisinin yenilenme işlemleri**

## ABSTRACT

**The Evaluation of Different Irrigation Techniques On Removal of Smear Layer, Debris, Calcium Hydroxide and Retreatment Procedures**

**The purpose of this study is to evaluate efficacy of different irrigation techniques on smear layer and debris removal, calcium hydroxide removal and retreatment procedures.**

**The roots of 70 maxillary central incisors were randomly divided into 7 groups and instrumented to apical size 50 using hedstrom hand files. During instrumentation procedure 7 different irrigation techniques were used. 2 ml NaOCl were used between each instrument. For removal of smear layer 5 ml 17% EDTA for 1 min and 10 ml % 5.25 NaOCl was used. The irrigation techniques used are as follows; RinsEndo (Group 1, Duerr-Dental, Bittigheim-Bissingen, Germany), EndoVac (Group 2, Discus Dental, Culver City, CA), Canal Cleanmax (Group 3, Maximum Dental, NJ, USA), MM 1500 sonic system (Group 4, Micro Mega, Prodonta, Geneva, Switzerland) , CanalBrush (Group 5 ,Roeko, Langenau, Germany), NaviTip FX (Group 6, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) and manual-dynamic irrigation (Group 7). The roots were grooved longitudinally in bucco-lingual direction and splitted into two halves and each half was photographed by scanning electron microscope. The amount of the remaining smear layer on coronal, middle and apical third were recorded using a 5-step scale. Kruskal-Wallis and the Mann-Whitney U tests were used for statistical analysis. In conclusion, all irrigation techniques removed debris and smear layer better at coronal and middle third of roots and all techniques showed similar results.**

**The roots of 74 mandibular premolars were instrumented and 72 roots were filled with calcium hydroxide paste. Two roots were left with calcium hydroxide paste as positive controls and two roots were left without paste as negative controls. Root canals (70) were divided into 7 groups according to the irrigation technique used as follows; RinsEndo, EndoVac , Canal Cleanmax, MM 1500 sonic system, CanalBrush, NaviTip FX and conventional irrigation. 10 ml 1 % NaOCl and 5 ml steril saline were used as irrigation regimen in all groups. The roots grooved longitudinally in bucco-lingual**

**direction and split into two halves and each half was photographed with stereomicroscope. The area of the remaining calcium hydroxide paste was calculated with Image J software. Kruskal-Wallis and the Mann-Whitney U tests were used for statistical analysis. There were significant differences observed between MM1500 and all other tested groups; Conventional irrigation, Canal Clean Max, EndoVac, NaviTip FX, RinsEndo ($p<0, 05$) except for CanalBrush group ($p>0,05$). In conclusion, irrigation with MM 1500 sonic system is the most efficient irrigation technique for removing calcium hydroxide paste from the root canal.**

**The roots of 70 maxillary central insicor instrumented to apical size 50 using hedstrom hand files and root canals were filled with gutta-percha and AH Plus sealer. Retreatment procedures was made with R-Endo and hedstrom files and finished by using 50 Hedstrom file. 2 ml 1% NaOCl used for irrigation after each enstrument changed. The irrigation techniques used were as follows; RinsEndo (Group 1), EndoVac (Group 2), Canal Cleanmax (Group 3), MM 1500 sonic system (Group 4), CanalBrush (Group 5), NaviTip FX (Group 6), and conventional irrigation (Group 7). The roots grooved longitudinally in bucco-lingual direction and split into two halves and each half was photographed with stereomicroscope. The area of the remaining root canal filling material was calculated with Image J software. Kruskal-Wallis and the Mann-Whitney U tests were used for statistical analysis. Remnants of root canal filling was found in every group. Although CanalBrush group showed the lowest results there were no significantly difference between other groups. Conclusion: İrrigation techniques are not efficient on retreatment procedures. Instrumentation is important on retreatment procedures.**

**Keywords: irrigation techniques, smear layer and debris removal, calcium hydroxide removal, retreatment procedures**

# 1. GİRİŞ

Endodontik tedavinin başarısı enstrumantasyon ve irrigasyon sonrasında kök kanalının tamamen doldurulmasına bağlıdır[1]. Bu nedenle, kök kanalından pulpa dokusunun vital ve nekrotik artıklarının, mikroorganizmaların ve mikrobiyal toksinlerin tamamen uzaklaştırılması gereklidir[2]. Son çalışmalar; kök kanalının kompleks anatomisi nedeniyle sadece enstrumantasyon ile temizlenemediğini göstermektedir[3]. Enstrumantasyon ile beraber yeterli irrigasyonun yapılması, özellikle kanal aletleri ile ulaşılamayan bölgelerde dezenfeksiyonu sağlar[4,5]. Kullanılan irrgasyon solüsyonlarının ayrıca debrisi kök kanalında apikalden koronale doğru çıkarma ve doku çözücü etkileri de vardır[1].

Enjektör ve kanül ile yapılan irrigasyon kök kanal tedavileri sırasında en sık kullanılan yöntemdir. Bu tekniğin irrigasyon solusyonunu istenen bölgelere ulaştıramaması ve iğne sıkıştığında apikal dokulara taşırması en büyük dezavantajları arasında sayılabilir[2].

Solüsyonların tüm kök kanalı yüzeyine iletimini ve sıvı hareketini sağlamak için yeni irrigasyon ajitasyon teknikleri ve aletleri üretilmiştir. RinsEndo, EndoVac ve Canal CleanMax yeni üretilmiş basınç değişimli irrigasyon aletleridir. Pasif ultrasonik ve sonik irrigasyonun etkinliği pek çok çalışma ile gösterilmiştir. Ayrıca irrigasyonun etkinliğini kanal duvarlarına sürtünerek arttırmak amacıyla çeşitli fırçalar ( Canal Brush) ve fırça kıllarıyla çevrili irrigasyon kanülleri (Navi Tip FX) üretilmiştir.[2] İrrigasyon tekniklerinin debris ve smear uzaklaştırılması etkinliği SEM kullanılarak değerlendirilmektedir.

İrrigasyon ile kök kanallarının vital veya nekrotik içeriği dışında kanal içi pansuman materyallerini ve kanal dolgu materyallerinin de uzaklaştırılması hedeflenmektedir.

Özellikle apikal periodontitisli dişlerde kalsiyum hidroksidin kanal içinde pansuman materyali olarak kullanılması çok sık kullanılan bir yöntemdir[6]. Kalsiyum hidroksit antimikrobiyal potansiyeli, doku çözücü özelliği ve lipopolisakkaritleri degrade etme özellikleri nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir[7-9]. Fakat kanalların doldurulmasından önce kalsiyum hidroksitin kök kanalından tamamen temizlenmesi

çok önemlidir ve tedavinin sonuçları üzerine direk etkilidir[10]. Kök kanallarında kalabilecek kalsiyum hidroksit artıklarının uzaklaştırılması için çok çeşitli yöntemler önerilmiştir.

Guta-perka ve kanal patının lateral kompaksiyonu yıllardır kullanılan konvansiyonel kök kanal dolgu metodudur ve de diğer teknikler değerlendirilirken referans olarak kabul edilir. Tedavi sonrası enfeksiyon geçmezse yada yenilenirse endodontik tedavininde yenilenmesi gerekir. Kök kanal tedavisinin yenilenmesinin ana amacı kök kanalından bütün dolgu materyalinin uzaklaştırılması ve apikal foramene tekrar ulaşılmasıdır[11]. Kanal dolgusunun söküm işlemleri endodontik el eğeleri ile kombine ısı veya kimyasal çözücüler, döner aletler, ultrasonik aletler, ısı taşıyıcılı sistemler, paper-pointli kimyasallar ve lazer kullanılarak yapılmaktadır[12]. Enfeksiyonun elimine edilebilmesi için birincil kök kanal tedavisindeki gibi kanal tedavisi tekrarında da sıklıkla irrigasyon yapılmaktadır. İrrigasyonun kanal dolgusunun sökümü işlemlerinde etkisi bilinmemektedir.

Bu çalışmanın amacı, RinsEndo sistemi, EndoVac sistemi, Canal CleanMax, MM 1500 sonic sistem, CanalBrush, NaviTip FX kullanımının kök kanalından debris ve smear uzaklaştırılmasına, kalsiyum hidroksit pansuman materyalinin kök kanalından yıkanmasına ve kök kanal tedavisinin yenilenmesinde dolgu materyalinin sökümüne etkisinin araştırılmasıdır.

# 2. GENEL BİLGİLER

## 2.1. Kök Kanallarında İrrigasyonun Önemi

Kök kanalının enstrumantasyonu sonrasında duvarlarda kalan veya kök kanalı doldurulduktan sonra yeniden kolonize olan mikroroganizmaların endodontik başarısızlığın ana nedeni olduğu bilinmektedir[13]. Kök kanalının karmaşık anatomisi mikroorganizmaların sadece enstrumantasyon ile uzaklaştırılmasını zorlaştırmaktadır[1]. Kök kanallarının genişletilmesi için kullanılan enstrumanların yanı sıra irrigasyon da yapılmasıyla şekillendirme işlemi tamamlanır. Teorik olarak eğeler kanal duvarlarındaki debrisleri çıkarır ve tüm çıkan materyal irrigant ile uzaklaştırılır. Fakat, halen kullanılmakta olan teknik ve solüsyonlar irrigasyon işlemine orta düzeyde etkilidir. Bazı araştırmacılar, elde edilecek dezenfeksiyonun solüsyondan çok solüsyonun verildiği sisteme bağlı olduğunu ileri sürmektedirler.

Kök kanallarının irrigasyonunda kullanılan maddeler önemli biyolojik ve fiziksel fonksiyonlar sağlamaktadırlar:

**1.** Enfekte materyal, yumuşak ve sert doku artıklarını fiziksel ve kimyasal olarak uzaklaştırarak mikroorganizların beslenmelerini zorlaştırırlar.

**2.** Kök kanal sistemindeki artık organik materyali eritirler.

**3.** Kanal aletlerinin lubrikasyon ile çalışmaları kolaylaştırırlar.

**4.** Kanalda kullanılan dezenfektanların etkinliklerini arttırırlar.

**5.** Kanal dolgusunun daha çabuk, kolay ve emin yapılmasını sağlarlar.

Kanalların enstrumantasyonunda solüsyonla dolu bir ortam sağlandığında dentin talaşları kanalda yükselir ve aspirasyon veya kağıt konilerle alınır. Talaşların apeks yakınında birikme ve apeksi tıkama ihtimali azalır[14].

## 2.2. İdeal İrrigantın Özellikleri

Günümüze kadar birçok solüsyon kök kanal irrigantı olarak kullanılmıştır. Bu solüsyonların kök kanalının dezenfeksiyonunu sağlaması için aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekmektedir:

**1.** Geniş antimikrobiyal spektruma sahip olmalı ve biyofilm içinde organize olmuş anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara karşı çok etkili olmalı.

**2.** Nekrotik doku artıklarını çözmeli.

**3.** Endotoksini inaktive etmeli.

**4.** Enstrumantasyon esnasında smear tabakası oluşmasına engel olmalı ya da oluşmuş ise sonrasında çözmeli.

**5.** Vital dokulara temas ettiğinde sistematik olarak toksik olmamalı, periodontal dokulara toksik olmamalı.

**6.** Anafilaktik reaksiyon oluşturma potansiyeli çok az olmalı[13].

### 2.3. İrrigasyon Solüsyonlarının Sınıflandırılması

#### 2.3.1. Kimyasal Ajanlar

##### 2.3.1.1. Doku Çözücü Ajanlar

###### 2.3.1.1.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

19. yüzyılın sonlarında Pasteur ve Koch yaptıkları kontrollü laboratuar çalışmaları sonucunda hipokloritin dezenfektan olarak kullanımı yaygın olarak kabul görmüştür. Birinci dünya savaşında, kimyager Henry Drysdale Dakin ve cerrah Alexis Carrel Dakin'in enfekte nekrotik dokular üzerine farklı solüsyonların etkinliğini araştırdığı çalışma temel alınarak enfekte yaraların dezenfeksiyonunda tamponlanmış %0,5'lik NaOCl kullanılmıştır. Hipoklorit preparatlarının yaygın-spektrumları ve tüm mikroplar üzerine seçici olmayan öldürme etkinliğinin yanında sporisidal ve virusidal etkileri de vardır. Hem vital dokuları hemde devital dokuları çözme özelliğine sahiptirler. NaOCl nekrotik dokuları ve smear tabakasının organik kısmını çözmektedir[15]. Ayrıca biyofilm tabakasının içinde organize olmuş endodontik patojenleri öldürür ve endotoksini inaktive eder[16,17]. Bu özellikleri ile eşi benzeri olmayan bir irriganttır. Bu nedenle bugüne kadar kullanılmış ve yeni araştırılan irrigantlar arasında endodontik ihtiyaca en uygun olanı NaOCl'tir[13].

Bu özelliklerinden dolayı 1920'lerin başından itibaren sulandırılmış NaOCl endodontide ana irrigant olarak kullanılmaktadır. Ayrıca NaOCl solüsyonları ucuz, kolay elde edilebilir ve raf ömürleri uzun solüsyonlardır[13].

###### 2.3.1.1.1.1. Sodyum Hipokloritin Endodontik Kullanımı

NaOCl'in ev temizliğinde kullanılan, %5,25'lik formunun kök kanallarının dezenfeksiyonunda kullanımı esnasında periapikal dokulara taştığında yada rubber

damdan sızdığında çok şiddetli irritasyona neden olduğu görülmüştür[18]. Ayrıca %5,25'lik formu, serum fizyolojik ve %0,5'lik formuna kıyasla dentinin elastik modülüsünü ve kırılma direncini çok belirgin bir şekilde azaltmıştır[19]. %0,5'lik Dakin solüsyonu açık yaraların dezenfeksiyonunda çok etkili olduğu için kök kanallarının dezenfeksiyonunda da kullanımı düşünülmüştür. NaOCl'nin %5,5'lik ve %0,5'lik konsantrasyonlarının kullanımı sonucunda kanal içi mikroorganizmaların azaltılmasında herhangi bir fark olmadığını gösterilmiştir[20]. Çeşitli konsantrasyonlarda NaOCl'in etkinliğinin araştırıldığı çalışmaların sonucunda %1'lik NaOCl pulpa dokusunu çözmekte yeterli bulunmuştur[21].

İrrigasyon sırasında asıl etkili olan taze irrigasyon solüsyonlarının kullanımı ve devamlı yenilenmesidir[22]. Kanal içinde temizlenmeyen bölgelerin kalması solüsyonun etkinliğine ve konsantrasyonuna değil solüsyonun o bölgelere ulaşamamasına bağlıdır[13].

Sonuç olarak; NaOCl'in kök kanallarının irrigasyonunda %1'den daha yüksek konsantrasyonda kullanımı gerekli değildir[13].

.

**2.3.1.1.1.2. Sodyum Hipokloritin Etki Mekanizması**

Sulandırılmış solüsyonlarda NaOCl, reaktif klorin hipoklorit ($OCl^-$) veya hipokloröz asit (HOCl) formunu alır[13].

$$NaOCl + H_2O \leftrightarrow NaOH + HOCl \leftrightarrow Na^+ + OH^- + H^+ + OCl^-$$

NaOCl organik dokuyla karşılaşınca 3 reaksiyon oluşur:

**1.**Saponifikasyon: Organik ve doymuş bir çözücü olarak davranır ve doymuş asitleri tuz ve yüzey gerilimini arttıran gliserole (alkol) dönüştürür.

**2.** Aminoasit nötralizasyonu: Su ve tuz oluşturarak aminoasitleri nötralize eder. Hidroksil salınımı ile pH ı azaltır.

**3.**Kloramin reaksiyonu: Hipokloröz asit organik dokuyla temas ettiğinde kloramin salar. Hipokloröz asit ($HOCl^-$) ve hipoklorit iyonları ($OCl^-$) asit degradasyonuna ve hidrolisize neden olur. Klorine ve amino grupları arasındaki kloramin reaksiyonları ise hücre metabolizmasını bozan kloramini oluşturur. Klorin

bakteriyel enzimlerin sulfidiril gruplarını geri dönüşümsüz okside ederek antimikrobiyal etkinlik gösterir[1,23].

#### 2.3.1.1.1.3. Sodyum Hipokloritin Etkinliğinin Arttırılması

1**.** pH'ın düşürülmesi: NaOCl sulandırıldığında hipoklorit veya hipokloröz asit açığa çıkar. Hipokloröz asit doku ve mikroorganizmalar üzerine hipokloritten daha güçlü bir oksidandır. Hipokloröz asit ve hipoklorit pH değişimiyle birbirine dönüşebilmektedirler. pH 10 iken tamamen hipoklorit olan etken maddenin hepsi pH 4,5 ta tamamen hipokloröz asite dönüşür. Klor salan bileşiklerin dezenfeksiyon etkinliği pH azalmasıyla paralel olarak artan hipokloröz asit konsantrasyonu ile artar[1]. pH 7,6'nin üstündeyken hipoklorit formunda olan etken madde pH bu değerin altına düşünce hipokloröz asite dönüşür. Endodontide kullanılan tüm hipoklorit solüsyonlarının pH'ı 12 olduğu için klorin hep hipoklorit formundadır[13].

Hipoklorit solüsyonunu bikarbonatla tamponlamak kullanım süresi bir haftadan az olan stabil bir solüsyon oluşmasına neden olur. Karışım içindeki bikarbonat miktarı ve pH değeri nedeniyle antimikrobiyal etkinliği diğer solüsyonlardan ya çok az yüksektir ya da aynıdır[24].

Sonuç olarak; hipoklorit solüsyonlarının kostik etkinliğini sağlayan pH veya osmotik basınç değildir. Asıl etkili olan serbest kullanıma uygun olan klorindir[13].

2. Isının arttırılması: Isı artışının solüsyonun doku çözme özelliğini arttırdığı ve organik debrisi daha etkili uzaklaştırdığı gösterilmiştir[25]. $60^0$ C ye kadar her $5^0$ C lik artışın solüsyonların bakterisidal etkinliğini iki katı arttırdığını gösterilmiştir[26]. Fakat ısıtılmış NaOCl'in kullanımını destekleyen herhangi bir klinik çalışma bulunmamaktadır[13].

3. Ultrasonik aktivasyon: NaOCl'in ultrasonik aktivasyonu kimyasal reaksiyonu hızlandırdığı, kavitasyonel etki oluşturduğu ve daha etkili bir temizlik oluşturduğu için önerilmektedir[13]. Ultrasonikle aktive edilmiş NaOCl irrigasyonu ile irrigasyon kıyaslandığında; kök kanalının temizlenmesi ve enfekte kök kanal sisteminde kalan mikrobiatalar açısından tutarsız sonuçlar gözlemlenmektedir[27,28]. Eğer NaOCl ultrasonik olarak aktive edilmek isteniyorsa özellikle enstrumantasyon sonrasında aktive edilmesi, etkinliği açısından çok önemlidir. Kanal içinde serbestçe oskile olan bir alet irrigasyon solüsyonunun ultrasound etkinliğini arttırır. İrrigantın pasif aktivasyonu

için ultrasonik başlığa ISO standartlarında 15 nolu endosonik eğe takılıp çalışma boyundan 1 mm kısa da çalışılması önerilmektedir[13].

4. Süre: İrrigasyonun etkinliğinde önemli rol oynayan bir diğer faktördür. NaOCl gibi hızlı etkili biyosidlerin bile potansiyeline ulaşması için yeterli çalışma zamanına ihtiyaç duyulur. Çeşitli konsantrasyonlarda NaOCl'in kök kanalında ne kadar kalması gerektiği hala araştırılan ve sonuca ulaşılmamış bir konudur[13].

#### 2.3.1.1.2. Klorin Dioksit ($ClO_2$)

Klorin dioksit ($ClO_2$) kimyasal olarak ev temizliğinde kullanılan klorin veya hipoklorit ile benzerdir[1]. NaOCl ve ClO2'in organik doku çözme kapasitesini araştıran bir çalışmanın sonucunda her iki solüsyonunda organik doku çözme yeteneğinin eşit olduğu gösterilmiştir[29].

Bir çalışmada hayvanlar için karsinojen olduğu gösterilen Trihalometanın insanlar içinde karsinojen olduğundan şüphelenilmektedir. Bu madde klorin dioksitte az bulunmakta veya hiç bulunmamaktadır. $ClO_2$ NaOCl'ten daha iyi bir dental irrigant olabilir. Bu maddenin endodontide kullanımı araştırılmalıdır[1].

### 2.3.1.2. Asitler ve Şelasyon Ajanları

NaOCl endodontik tedavide en yaygın kullanılan irrigasyon solüsyonu olmasına rağmen inorganik dentin partiküllerini çözemez ve enstrumantasyon esnasında smear tabakası oluşumunu engelleyemez. NaOCl'e ek olarak demineralizasyon için şelasyon ajanlarının kullanımı önerilmektedir[13].

Şelasyon ajanlarını ilk olarak üre peroksidaz ile gliserolü karıştırarak kullanılmıştır. Yapılan çalışmaların sonucunda üre peroksidaz ve EDTA'nın suda çözünen karbowax ile kombinasyonu endodontik kullanıma sunulmuştur. Bu kombinasyon günümüzde de kullanılmaktadır. Fakat bu patların kullanımı smear tabakasının oluşumunu engellememektedir[13].

#### 2.3.1.2.1. EDTA

EDTA, dentinin kalsiyum iyonlarıyla reaksiyona girerek çözünebilir kalsiyum şelatları oluşturur[1].

Şelasyon ajanlarının smear tabakasını kaldırma etkisi dışında kök kanalı duvarındaki biyofilm tabakasını da parçalama özellikleri bulunur. Bu sayede antiseptik etkinliği çok az olduğu bilinen EDTA kanal içindeki mikroorganizmaları serum fizyolojikten daha etkili olarak azaltır. NaOCl ile kullanımında ise solüsyondaki serbest klorin miktarını azaltarak NaOCl'in etkinliğini azaltır. Bu nedenle hiçbir zaman NaOCl ile karıştırılmamalıdır[13].

EDTA, NaOCl ve hidrojen peroksit bir arada olduğu ürünlerde kök kanalının irrigasyonu için kullanıldığında bu kombinasyonun köpürmesi beklenmektedir. Klinikte gözlemlenen bu köpürme aslında gaz çıkışına neden olan hipoklorit, EDTA ve hidrojen peroksit arasındaki kimyasal reaksiyonun kanıtıdır[30]. Klinikte gaz çıkışının gözlemlenmesine rağmen bu reaksiyonun fizyolojik temizleme etkinliği bilinmemektedir[13].

Yamada et. al.[31] yaptıkları çalışmanın sonucunda smear tabakasının etkili bir şekilde kaldırılması için kök kanalının enstrumantasyon sonrasında 10 ml %17'lik EDTA ile yıkanmasını takiben 10 ml %5,25'lik NaOCl ile yıkanmasını önermişlerdir. Yapılan bir çalışmada ise; %17'lik EDTA'nın 1 dakikalık ultrasonik aktivasyonu ile kök kanalının apikal bölgesinde smear tabakasını ve debrisi etkili bir şekilde kaldırıldığı gösterilmiştir[32]. Diğer bir çalışma ise kök kanallarının %5'lik EDTA ile 3 dakika devamlı yıkanması sonrasında smear tabakasının etkili bir şekilde uzaklaştırıldığı gösterilmiştir[33].

#### 2.3.1.2.2. REDTA (Kuarter Amonium Bromit) (EDTA-SETREMİT)

EDTA ya setremit eklenip yüzey gerilimini azaltmak ve solüsyonun penetrasyonunu arttırmak amaçlanmıştır[33]. Yapılan bir çalışmanın sonucunda, bu kombinasyonun preparasyon esnasında kullanılmasının apikal kısım dışında smear tabakasını kaldırdığı gözlemlenmiştir[34].

EndoDilator N-Ø (Union Broach, York, ABD) piyasada kullanıma hazır REDTA solüsyonudur. Smear Clear (Sybron Endo, CA, ABD) ise %17'lik EDTA tuzları, bir katyonik yüzey aktif madde (sentrimit), bir anyonik yüzey aktif madde ve su içeren suda çözünen bir solüsyondur. Bu solüsyon da piyasada kullanıma hazır olarak bulunmaktadır[35].

#### 2.3.1.2.3. EDTA-T

EDTA ile katyonik bir deterjan olan %0,2'lik lauryl sodyum sülfatın kombinasyonudur. İçeriğindeki deterjan dentin tübüllerine difüzyonunu ve etkinliğini arttırmaktadır. Smear tabakasını kaldırmakta kullanılan en iyi irrigasyon solüsyonlarından biridir[36].

#### 2.3.1.2.4. Sitrik Asit

Sitrik asit EDTA'dan daha güçlü bir şelasyon ajanıdır. EDTA gibi serbest klorin miktarını azaltarak NaOCl'in etkinliğini azaltır. Bu nedenle NaOCl ile beraber kullanılmamalıdır[13].

Smear tabakasını kaldırmada tek başına EDTA dan daha etkilidir. Wayman et. al.[37] %10, %25 ve %50'lik sitrik asit konsantrasyonlarının smear tabakasını etkili bir şekilde kaldırdığı gösterilmiştir. Smear tabakasını uzaklaştırmada en iyi sonuç; %10'luk sitrik asit-% 2,5'lik NaOCl-%10'luk sitirk asitin ardı ardına kullanımı ile elde edilmiştir[37]. Yapılan in vitro sitotoksite çalışmaları %10'luk sitrik asitin %17'lik EDTA ve % 17'lik EDTA-T'den daha biyouyumlu olduğu göstermiştir[38].

Sitrik asit irrigasyon sonrasında kök kanal duvarlarında kristal çökeltileri bırakmaktadır. Bu kristal çökeltiler kanal dolgusunun kalitesini bozduğu için sitrik asit kök kanallarının irrigasyonunda kullanılmamaktadır[33].

#### 2.3.1.2.5. HEBP

HEBP etidronik asit veya etidrona olarak bilinmektedir. HEBP kemik rezorpsiyonunu engeller ve osteoporoz veya Paget hastalığının tedavisinde sistemik olarak kullanılmaktadır[1].

NaOCl ile çok kısa süreli bir reaksiyona girdiği için ve toksik olmadığı için EDTA ve sitrik asite alternatiftir[1,13]. Hem %9'luk hemde %18'lik HEBP nin demineralizasyon etkinliği %17'lik EDTA'dan daha azdır[39].

### 2.3.1.3.Antimikrobiyal ajanlar

#### 2.3.1.3.1. Klorheksidin

1940 larda geliştirilen klorheksidin şimdiye kadar en çok araştırılan bisguanittir. Anti-viral etkinliği az olduğu için kullanımı terk edilen klorheksidin anti-bakteriyel etkinliğinden dolayı tekrar kullanılmaya başlanmıştır[13].

Klorheksidin ağız boşluğunda kimyasal plak kontrolü için yaygın olarak kullanılan güçlü bir antiseptiktir. %0,1 ve %0,2'lik sulu solüsyonları ağız gargarası olarak kullanılırken %2'lik solüsyonları kök kanal irrigasyonunda kullanılmaktadır[40]. Klorheksidinin katyonik molekülleri mikroorganizmaların hücre çeperinin negatif yüklü bölgelerine bağlanarak hücre ölümüne neden olur[41].

Endodontide asıl kullanım nedeni; antimikrobiyal etkinliğinden çok dentinde hidroksitapatite bağlanıp uzun süreli bir etki sağlamasıdır[35].

Klorheksidinin NaOCl'ten daha az kostik olduğu fakat nekrotik doku artıklarını çözemediği ve gr(+) bakteriler üzerine gr(-) bakterilerden daha etkili olduğu için endodontik tedavi esnasında asıl irrigant yerine son irrigant olarak kullanımı önerilmektedir. Primer endodontik enfeksiyonlar genellikle polimikrobiyal ve gr(-) anaerob bakterilerden kaynaklandığı unutulmamalıdır. Enterococci türleri çok nadiren primer endodontik enfeksiyonlarla ilişkilidir[42]. Klorheksidinin gr(+) mikroorganizma grubuna etkinliği laboratuar testleri ile kanıtlanmış olması bu ajanın özellikle sekonder endodontik enfeksiyonlarda kullanımını destekler[43,13].

Kuruvilla et. al.[44] yaptıkları çalışmanın sonucunda %2,5'lik NaOCl ve %0,2'lik klorheksidinin beraber kullanımın antimikrobiyal etkinliğinin bu ajanların tek başına kullanımından daha etkili olduğunu göstermişlerdir. Fakat bu iki irrigantın ard arda kullanımı iki madde arasında reaksiyona neden olur. Parakloroanaline adlı karyojenik maddeyi oluşturur[45]. Bu reaksiyon kanal yüzeyini kaplar ve dentin tübüllerinin büyük çoğunluğunu kapatarak kök kanalının dolgu materyaliyle kaplanmasını etkiler[1]. Kliniklerde bu iki irrigantın kombine kullanımı esnasında NaOCl'in ardından kök kanalının serum fizyolojikle yıkanması sonrasında klorheksidin yine yıkanması ile bu problemin önüne geçilir.

#### 2.3.1.3.2. MTAD

Torabinejad et. al.[46] tarafından geliştirilen MTAD ile şelasyon ve antibakteriyel özelliklerin tek bir irrigant ile elde edilmesi amaçlanmıştır.

MTAD %3'lük doksisiklin, %4,25'lik sitrik asit ve Tween-80 adlı deterjanın karışımından oluşmaktadır. Bu üç komponentin bakterileri sinerjik olarak etkilemesi amaçlanmıştır[46]. Bu irrigantın kullanımı sonrasında kök kanalından izole edilen bakterilerde tetrasikline direnç gelişebilmektedir[13].

MTAD'nin enstrumantasyon esnasında kullanımıyla sitrik asitin smear tabakasını uzaklaştırması, doksisiklinin dentin tübüllerine geçişi ile antibakteriyel etki sağlanması hedeflenmektedir[47]. MTAD'nın *E.faecalis* biyofilmine bakteriyel etkinliği %1-6 NaOCl'ten daha az olduğu fakat smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırdığı rapor edilmiştir[48]. Klinik kullanımı için %1,3'lük NaOCl'in 20 dakika uygulanması ardından MTAD ile 5 dakikalık irrigasyon önerilmektedir[47].

#### 2.3.1.3.3. Tetraclean

Tetraclean doksisiklin (MTAD dekinden daha düşük konsantrasyonda), bir asit ve bir deterjanın karışımıdır[46,49]. 5 dakikalık irrigasyon ile enfekte kök kanallarındaki smear tabakası ve mikroorganizmaları elimine edebileceği öne sürülmektedir. %5,25'lik NaOCl, MTAD ve Tetraclean'ın, *E.faecalis* biyofilmine karşı antimikrobiyal etkinliği karşılaştırıldığında sadece %5,25 lik NaOCl'in biyofilmi parçaladığı ve tüm zaman aralıklarında uzaklaştırıldığı görülmüştür. Tetraclean ise MTAD ye kıyasla daha etkili bulunmuştur[50].

#### 2.3.1.3.4. Triclosan ve Gantrez

Triclosan gr (+) ve gr (-) bakterilere, bazı bakteri ve bazı virüslere karşı etkili geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajandır[1]. Nudera et. al.[51] triclosan ve triclosan-Gantrez'i *P. intermedia, F. nucleatum, A. neaslundii, P. gingivalis* ve *E. faecalise* karşı bakterisidal etkinliğini araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda her ikisininde 5 endodontik patojene de karşı bakterisidal etkisi gösterilmiştir[1].

#### 2.3.1.4. Oksitleyici Solüsyonlar

1940'ların başında NaOCl ile oksitleyici ajanların beraber kullanılmasını önerilmiştir. %3'lük $H_2O_2$ ile %5,25'lik NaOCl'in ard arda kullanımının oluşturduğu köpürmenin debrislerin kök kanalının dışarı çıkarılmasında çok etkili olduğu düşünülmüştür.

Dar kanallarda ise karbamid peroksit ve an-hidro gliserol içeren içeren Gly-oxide'in kullanılması önerilmektedir. Kök kanalında lubrikasyonu sağlayarak enstrumantasyonu kolaylaştırır.

Her iki oksitleyici solüsyonunda nekrotik doku çözücü etkinliği yoktur ve antimikrobiyal etkinlikleri sınırlıdır. Yapılan son çalışmalar kuvvetli oksijen çıkaran solüsyonların canlı dokular üzerinde kullanımını önermemektedir[14].

#### 2.3.1.5. Elektromekanik Olarak Aktive Edilmiş Solüsyonlar (ECA)

Düşük konsantrasyonda tuzlu solüsyonlar ve musluk suyu kullanılarak üretilmişlerdir. Fiziksel ve kimyasal doğası tam anlaşılmamıştır. İki tip solüsyon üretilmiştir[52].

Anolit solüsyon; yüksek oksidasyon potansiyeline sahiptir, antimikrobiyal etki gösterir. Katolit solüsyon; alkalidir ve güçlü temizleme ve deterjan etkisine sahiptir. Her iki solüsyonda üretilmelerinden sonra sadece 48 saat aktif kalırlar[52].

Marias ve Williams[53] yaptıkları bir in vivo çalışmada ECA solüsyonlarının bakterilerin eliminasyonunda NaOCl'den üstün bulamamışlardır. Solovyeva ve Dummer[54] ECA solüsyonlarını debris kaldırılmasında NaOCl'e benzer etkili, smear tabakasının uzaklaştırılmasında ise NaOCl'ten üstün bulmuşlardır. Bazı çalışmalar ise, ECA'yı smear tabakasını uzaklaştırmada etkili bulmuşlardır[55,56].

#### 2.3.1.6. Ozonlu Su

Ozonlu su da kök kanal irrigantı olarak araştırılmıştır. Ozon etkili bir antimikrobiyal ajandır. Yapılan bir in vivo çalışmada inek dişlerinin dentin tübüllerini dezenfekte ettiği gösterilmiştir[57].

### 2.3.2. Doğal Ajanlar

#### 2.3.2.1. Herbal

Triphala Terminalia bellerica, Terminalia chebula ve Emblica officinalis adlı üç medikal bitkinin kurutulmuş ve toz haline getirilmiş meyvelerini içerir. Yapılan bir ex vivo çalışma da yapay olarak kök kanalına yerleştirilen *E.Faecalis* biyofilm tabakası 3. ve 6. haftaların sonunda 10 dakika Triphala E., MTAD, NaOCl ve yeşil çay polifenolleri ile tedavi edilmiştir. 3. haftanın sonunda Triphala E., MTAD, NaOCl bakteriyel büyümeyi tamamen inhibe ettiği gösterilmiştir[58].

Triphala sitrik asitten zengin meyvelerden oluştuğu için smear tabakasını uzaklaştırmayı amaçlar. Herbal kolay elde edildiği, ucuz olduğu, raf ömrü uzun olduğu, toksitesi uzun olduğu ve mikrobiyal resistans oluşturmadığı için kullanımı avantajlıdır[1].

#### 2.3.2.2. Yeşil Çay

Yeşil çay polifenolleri, Japonya ve Çin de Camellia sinensis adlı çay ağacının genç filizlerinden hazırlanan geleneksel bir içecektir[1]. Yeşil çay polifenollerinin diş üzerinde oluşturulan *E.faecalis* biyofilm tabakasına karşı çok etkili olduğu gösterilmiştir. *E.faecalis* üzerine 6 dakikada hepsini öldürecek kadar etkilidir[58].

#### 2.3.2.3. Morinda Sitrifolia

Morinda sitrifolia geniş bir tedavi edici etkiye sahiptir. Antibakteriyel, antiviral, antifungal, antitümor, antihelmentic, analjazik, hipotensif, anti-enflamatuar etkiye sahip bir solüsyondur[59]. Murray et. al.[59] yaptıkları çalışma ile %6'lık morinda sitrifolia nın smear tabakasını uzaklaştırmada %6'lık NaOCl'ın EDTA beraber kullanımına benzer etkili olduğu göstermişlerdir. Ayrıca biyouyumlu bir antioksidan olduğu için ve kazalarındaki gibi hastalarda kostik yaralanmalar oluşturmadığı için kök kanal irrigantı olarak kullanımı avantajlıdır[159].

### 2.4. Güncel İrrigant Ajitasyon Teknik ve Aletleri

Kullanılan irrigantların etkili hareketi için kök kanalı içinde, özellikle dar kanalların apikal kısımlarında kanal duvarı yüzeyine direkt temas edecek şekilde hareket ettirilmelidir. Bu nedenle irrigant iletim ve ajitasyon sistemleri

geliştirilmektedir. Bu sistemler; manuel ajitasyon teknikleri ve makine yardımlı ajitasyon teknikleri olmak üzere iki grup altında incelenmektedir[2].

### 2.4.1. Manuel Ajitasyon Teknikleri

#### 2.4.1.1. İğne/Kanül ile Şırınga İrrigasyonu

Bu yöntem pasif ultrasonik irrigasyonun geliştirilmesinden önce çok etkili bir yöntem olarak değerlendirilmekteydi[60]. Bu teknik hem pratisyen diş hekimleri tarafından hem de endodontistler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. İrrigant kanala çeşitli kalınlıklardaki iğne veya kanüller ile pasif yıkama ile gönderilir. Daha sonra kanül kanalda yukarı aşağı hareket ettirilir.

Kanülle yapılan irrigasyona 2 çeşit kanül kullanılmaktadır. Ucu açık kanüller irrigantı ucundan iletirken, ucu kapalı yan delikleri olan kanüller irrigantı yan deliklerden iletir[61]. Ucu kapalı yan delikleri olan kanüllerin bu dizaynı ile hidrodinamik aktiviteyi arttırmak ve apikal ekstruzyon ihtimalini azaltmak amaçlanmıştır[62].

Bu teknikte kanüller kanal içinde sıkışmamalıdır. Kanül sıkışmayınca irrigant kanalda yükselir. Böylece daha fazla debris koronale doğru gelir ve periapikal ekstrüzyon ihtimali azalır[60].

Şırınga irrigasyonunun avantajları; kanül penetrasyonunun ve irrigant miktarının kontrol edilebilmesidir[60].

Şırınga ile irrigasyonunun dezavantajları; mekanik yıkama etkisinin azlığı ve kanal düzensizliklerine ulaşamaması nedeniyle bu bölgelerde debris ve bakteri birikmesidir[63]. Şırınga ile irrigasyon sonucunda kanal debrimenti sağlanamamaktadır. Yapılan bir çalışma irrigasyon solüsyonunun kanül derinliğinden sadece 1mm derine kadar iletildiğini göstermiştir[64]. Kanülün ucu dar bir kanalın koronal üçlüsünde yada en iyi ihtimalle geniş bir kanalın orta üçlüsünde lokalize olabilmektedir. Bu nedenle irrigasyon solüsyonunun derinliği ve dentin tübüllerinin dezenfeksiyon etkinliği sınırlıdır[65].

27 gauge lık Monoject şırınga kullanımı ile 3 tip EDTA tuzu ve NaOCl'nin etkinliğini değerlendiren bir çalışmada solüsyonların debriment etkinliğini koronal ve orta üçlüde yeterli, apikal üçlüde yetersiz bulmuştur[66]. Özel dizayn edilmiş ucu kapalı lateralden delikli bir kanülle çalışma boyundan 1mm kısa olarak yapılan EDTA ve NaOCl irrigasyonu sonrasında apikal bölgede smear tabakası kaldığı gözlemlenmiştir[67].

Kök kanalının yeterli genişletilmesinin irrigasyonun etkinliğini arttırdığı kanıtlanmıştır. Şırınga ile irrigasyonun etkinliği apikal bölge #40'dan az genişletilmiş ise azalır. Bir çalışmada #36'ya kadar genişletilmiş kök kanallarında #60'a kadar genişletilmiş olanlara kıyasla irrigasyonun etkisinin azaldığı gösterilmiştir. Fakat #60'dan #77'ye kadar genişletmenin herhangi bir avantajı olmadığı görülmüştür[68].

Klinisyenlerin; kök kanalını genişleterek irrigasyon mekanizmasının etkinliğini arttırmak ile radiküler dentin kalınlığının istenmeden azaltılması ve bunu izleyen kök yapısının zayıflatılması arasındaki dengeyi kurmaya ihtiyacı vardır[69].

Kanülle irrigasyon yaparken etkinliği arttırmak için kanülün kanalda sıkışmadığı apikale en yakın noktaya konumlandırılmalıdır[67]. Küçük kanüllerin kullanımı ve irrigant miktarının arttırılması da yine faydalıdır[65].

Ultrasonik sistemlerin kullanımı kanül irrigasyonuna göre çok daha avantajlıdır. Dentin tübüllerine penetrasyon derinliğinin arttırılması ile kanalları daha iyi debrimente eder ve irrigantların periapikal dokulara ekstrüzyonunu azaltır[70].

#### 2.4.1.2. Fırçalar

Fırçalar; irrigantı kök kanal yüzeyine direkt olarak göndermek için kullanılmaz fakat mekanik olarak kök kanalının irrigant ile yıkanması esnasında kanalın debrimentine yardımcı olurlar[2].

##### 2.4.1.2.1. Navi Tip FX

Fırçayla çevrili 30 gaugelık bir irrigasyon iğnesidir. Yapılan bir çalışmada koronal üçlüde Navitip FX fırçalı kanülle yapılan irrigasyonu, Navitip fırçasız kanülle yapılan irrigasyondan daha etkili olduğu fakat apikal ve orta üçlüdeki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gösterilmiştir. Sonuçlar irrigasyon işlemi sırasında fırçayla çevrili kanülün etkinliğini arttırmak için mekanik olarak aktif fırçalama hareketi ile kullanılarak geliştirilebilir[71].

Fırça kılları arasında meydana gelen friksiyon ve kanal düzensizlikleri radyolusent kılların yerinden çıkmasına neden olabilir. Cerrahi mikroskopla dahi bakılsa bunları ayırt etmek zordur[2].

#### 2.4.1.2.2. EndoBrush

1990'ların başında Keir et. al.[117] kanal debrimentinin kanal fırçalarının kullanımı ile geliştirilebildiğini söylemişlerdir. Yaptıkları çalışmada EndoBrush'ı aktif fırçalama ve dönme hareketi ile kullanmışlardır.

EndoBrush endodontik tedavi için dizayn edilmiştir. Bükülmüş teller etrafında naylon kıllar ve buna bağlı bir saptan oluşan spiral şeklinde bir fırçadır. Tüm uzunluğu boyunca çapı aynıdır.

Bu çalışmada; fırça 1 dakika boyunca kanala $90^0$ lik dönme hareketi ile kombine ve 2-3 mm lik itme-çekme hareketiyle kanal boyuna kadar ilerlenerek kullanılmıştır. Amaç debriment boyunca fırça kıllarının sıkışmış debris ve dentini uzaklaştırmak için prepare edilmemiş kanal duvarlarına, istmuslara ve ulaşılamayan kanal bölgelerine ulaşmasıdır. Bu çalışmanın sonuçları, ensturmantasyonla beraber EndoBrush'ın kullanıldığı kanalların debrimentinin kullanılmayan kanallardan daha iyi olduğunu göstermiştir. EndoBrush boyutu nedeniyle tüm kanal boyunca kullanılamamaktadır. Kullanıldığı takdirde fırçalama hareketi sonrasında debrisin apikal bölgeye itilmesine neden olabilmektedir[71].

### 2.4.1.3. Manuel-Dinamik İrrigasyon

Bir irrigantın etkili olabilmesi için kanal duvarlarıyla direk temasta olması gerekmektedir. Kapalı uçlu bir kanülden sıvı iletimi esnasında hava sıkışması sıklıkla karşımıza çıkan bir durumdur. Bu sıkışan havaya buhar tıkacı denmektedir[2].

Endodontik tedavide irrigasyon kısa süreli bir işlem olduğu ve apikal üçlüde hava sıkıştığı için bu bölgede irrigantın teması ve dezenfeksiyon etkisi engellenir. Buhar tıkacı etkisi nedeniyle irrigantların apikal bölgeye ulaşması zordur. Araştırmalar, prepare edilmiş bir kanalda uygun ana kon güta-perkanın aşağı-yukarı 2-3 mm hareket ettirilmesi ile etkili bir hidrodinamik etki oluşturduğunu ve buhar tıkacı ile ajanın yer değiştirmesini önemli ölçüde geliştirdiğini göstermektedir[2].

Mc Gill et. al.[73] ve Huang et. al.[74] yaptıkları çalışmalarda Manual-dinamik irrigasyonu otomatik-dinamik irrigasyondan (RinsEndo) daha etkili bulmuşlardır. Bunun nedeni uygun güta-perkanın kanalda itme-çekme hareketi esnasında daha yüksek basınç değişiklikleri oluşturması ve ulaşılamamış kanal bölgerine irrigantı daha etkili iletmesidir. Güta-perka konunun itme-çekme hareketi esnasında oluşturduğu frekansın

(3,3 Hz, her 30 saniyede 100 vuruş) RinsEndo ile oluşturulan pozitif-negatif hidrodinamik basıncın frekansından (1,6 Hz) daha fazla olması nedeniyle kanalda daha fazla tirbulans oluşturması kök kanal sistemindeki sıvının fiziksel olarak daha fazla yer değiştirmesini sağlar[73].

### 2.4.2. Makine-Destekli Yıkama Sistemleri

#### 2.4.2.1. Döner Fırçalar

##### 2.4.2.1.1. Ruddle Fırça

Taperlı bir fırça kısmı ve saptan oluşmaktadır. Fırçanın merkez telinden radial olarak uzanan multiple kıllar mevcuttur. Debriment esnasında mikrobrush 300 rpm hızla dönerek kılların kanal düzensizliklerine ulaşmasını sağlar. Bu ürün patentinin onaylanmasına rağmen ticari olarak kullanıma uygun değildir[75].

##### 2.4.2.1.2. Canal Brush

Yeni üretilmiş ve ticari olarak kullanıma uygun bir endodontik mikrofırçadır. Bu oldukça esnek mikrofırça polipropilenden yapılmıştır ve elle dönme hareketiyle de kullanıma uygundur. 600 rpm lik bir döner aletle beraber kullanımı ise daha etkilidir[2]. Weise et. al.[76] tarafından yapılan bir çalışma küçük ve esnek Canalbrush ın bir irrigant ile beraber kullanımının simule kanal düzensizliklerinden debrisi etkili bir şekilde uzaklaştırdığını göstermiştir.

#### 2.4.2.2. Döner Enstrumantasyon Esnasında Devamlı İrrigasyon

Quantec-E irrigasyon sistemi Quantec-E sistemine bağlı kendinden sıvı ileten bir sistemdir. Sistem, döner enstrumantasyon esnasında devamlı irrigasyonu sağlamak için bir pompa konsolu, iki irrigasyon rezervuarı ve bir tüp kullanır[77]. Döner enstrumantasyon esnasında devamlı irrigasyon yapılması kullanılan solüsyonun hacmini ve temas süresini arttırır. Solüsyonun kök kanalı içinde daha derinlere penetre olmasını sağlar. Bu kanül irrigasyonuna göre daha etkili bir kök kanal debrimenti ile sonuçlanacağı düşünülmekte olsada yapılan çalışmalar Quantec E ile yapılan irrigasyonun kanülle yapılan irrigasyona herhangi bir üstünlüğünü olmadığını göstermişlerdir. Setlock et al.[78] Yaptığı çalışmanın sonucunda kanül irrigasyonuna kıyasla Quantec-E irrigasyonu koronal üçlüde daha temiz kök kanal duvarları ile

sonuçlanmıştır fakat orta ve apikal üçlüde ise herhangi bir fark gözlenmemiştir. Walters et. al.[77] yaptıkları çalışmada ise standart kanül irrigasyonu ile Quantec-E irrigasyonu arasında herhangi bir fark olmadığını göstermişlerdir.

#### 2.4.2.3. Sonik İrrigasyon

1980'lerde endodontik tedavide sonik enstrumantasyon kullanılmaya başlanmıştır. Sonik irrigasyonun ultrasonik irrigasyondan farkı daha düşük bir frekans (1-6 kHz) ve makaslama stresi oluşturmasıdır. Sonik enerji aynı zamanda daha yüksek amplitüd veya daha büyük ileri-geri uç hareketi oluşturur[79]. Sonik aletlerin oskilasyon modeli ultrasonik aletlerden farklıdır. Amplitüdün minimum oskilasyonu bir nod oluştururken, maksimum oskilasyonu bir antinod oluşturur. Eğenin bağlantısında bir noda, eğenin ucunda ise bir antinoda sahip olur. Sonik eğe hareket etmekte zorlandığında, yan oskilasyon yok olur ve sadece longitudunal oskilasyon olur. Bu vibrasyon modu kök kanal debrimentinde etkilidir çünkü yüklemeden dolayı etkili değildir ve daha fazla yer değiştirme amplitüdü oluşturmuştur[80].

Sabin et. al.[81] ve Stomas et. al.[82] kök kanal debrimentinde ultrasonik irrigasyonu sonik irrigasyondan daha etkili bulmuşlardır. Ultrasonik irrigasyonun üstünlüğü akustik streaming hızı ve frekansı ile açıklanabilir. Jensen et. al.[27] ise yaptıkları çalışmanın sonucunda iki endosonik irrigasyon sistemi arasında fark olmadığını göstermişlerdir. Bunun bir nedeni, bu çalışmada önceden preparasyon yapılmamış olması olabilir. Bir diğer nedeni ise; Sabin et. al.[81] ve Stomas et. al.[82] yaptığı çalışmalarda tekniği 30-60 sn uygulaması Jensen at el.[27] ise 3 dk uygulaması olabilir.

Sonik irrigasyon daha uzun süre uygulanırsa iki sistem arasında herhangi bir fark gözlenmeyebilir. Bu hipotezin üzerine çalışılması gerekmektedir[2].

##### 2.4.2.3.1. MM 1500

MM 1500 sonik aletle kök kanalının irrigasyonu sırasında başlığa rispisonik eğe takılırak kullanılır. Rispisonik eğenin taperı uniformdur ve eğe boyutuyla artar. Dikenli gibi olduğu için yıkama esnasında preparasyonu bitirilmiş kanala zarar verebilir[2].

#### 2.4.2.3.2. Endoactivator

Yeni üretilmiş sonik olarak kullanılan bir alettir. Taşınabilir bir başlık ve 3 farklı boyutta polimer uçtan oluşmaktadır. Bu uçlar güçlü ve esnektir, kolayca kırılmazlar. Pürüzsüz olduğu için dentini kesmez[2]. Bu sistemin smear tabakasını uzaklaştırdığı gösterilmiştir[83].

Endoactivator un çalışması esnasında sıvıyla dolu pulpa odasında debris bulutu görünür. Ucun vibrasyonu ile kombine yukarı-aşağı kısa vertikal hareket güçlü bir hidrodinamik etki oluşturur[2]. Dakika da 10000 döngünün ideal debriment sağladığı ve smear tabakasının ve biyofilmin daha fazla haraplandığı gösterilmiştir[83].

Bu sistemde kullanılan polimer uçların dezavantajı radyolusent olmasıdır. Bu uçların disposable olmasına ve kolayca kırılmayacak şekilde dizayn edilmesine rağmen kanal içinde kırıldığında görebilmek oldukça zordur. Aynı zamanda, bu uçlar radyoopak bir polimer eklenmesi ile geliştirilebilir[2].

### 2.4.2.4. Ultrasonik İrrigasyon

Ultrasonik aletler endodontik kullanıma sunulamdan önce periodontolojide çok uzun zamandır kullanılmaktaydı. 1980'de Martin et. al.[84] endodontik kullanıma uygun ticari bir ultrasonik unit dizayn etmişlerdir.

Sonik enerjiyle kıyasla ultrasonik enerji daha yüksek frekans fakat düşük amplitüd oluşturur. Eğeler; insan vücudunun duyma eşiğinin ( > 20 kHz ) üstünde olan 20-25 kHz ultrasonik frekansta oskilasyon yapmak üzere dizayn edilmiştir. Eğeler transverse bir vibrasyon oluşturur ve eğe boyunda karakteristik özelliği olan nod ve antinodu oluşturur[85].

Simultane ultrasonik irrigasyon ve enstrumantasyonun kombinasyonu (UI) ve simultane enstrumansız ultrasonik irrigasyon (PUI: pasif ultrasonik irrigasyon) olmak üzere iki tip ultrasonik irrigasyon yapılabilir. Bazı çalışmalar UI'nın temizleme etkisini PUI ya göre üstün bulurken bazıları da herhangi bir üstünlük bulamamışlardır[82,86-89].

UI esnasında dentinin kesilmesini kontrol etmek zordur ve bundan dolayı kanalın şekli değişebilir. Düzensiz kanallarda sıklıkla strip perforasyon meydana gelmektedir. Bundan dolayı UI konvansiyonel el enstrumantasyonuna alternatif değildir[2].

İlk defa Weller[90] tarafından kullanılan pasif ultrasonik irrigasyon ise kanal duvarında herhangi bir enstrumantasyon, düzeltme veya temas olmadan yapılan irrigasyondur. Bu kesmeyen teknoloji ile kök kanalını şekillendirme potansiyeli azalmıştır. Pasif ultrasonik irrigasyonda enerji oskilasyon eğesinden veya düz bir telden ultrasonik dalgalarla iletilir. Bundan sonra akustik akım ve kavitasyon meydana gelir[13].

Ultrasonik irrigasyonlar yapılırkan irrigant iki şekilde kanala iletilebilmektedir:

**1.** Ultrasonik el aletinden devamlı irrigant akışı
**2.** Kanül ile aralıklı yıkama metodu

Aralıklı yıkama tekniğinde irrigant kanala kanülle enjekte edilir ve her ultrasonik aktivasyon siklusundan sonra tazelenir. Kanül penetrasyonunun derinliği ve irrigantın hacmi bilindiği için apikal bölgeye ulaşan irrigant miktarı kontrol edilir. Devamlı yıkama rejiminde bunları kontrol etmek mümkün değildir[2]. İrrigasyonun 3 dk yapıldığı bir ex vivo modelde her iki metot dentin debrisini uzaklaştırmada eşit bulunmuştur[60].

Devamlı yıkama tekniğinde; kök kanal irrigantının devamlı yenilenmesi için gelişmiş bir iletim sistemi gereklidir. Çünkü NaOCl'in antibakteriyel ve organik doku çözücü kısmı olan klorin 2 dakika içinde yok olur ve solüsyonun antibakteriyel etkinliğinden tam olarak faydalanılamaz[13,91].

El ve döner aletlerle enstrumantasyon sonrası son irrigasyon olarak devamlı irrigasyon tekniğinin kullanımının in vivo olarak araştırıldığı bir çalışmada 1 dk'lık devamlı ultasonik irrigasyonun hem vital hem de devital dişlerde daha temiz kanallar ve istmuslar oluşturduğu gösterilmiştir[92,93]. Bunun sonucunda molar dişlerde koloni oluşturan ünitelerde azalma olduğu gözlemlenmiştir[94]. Bu pozitif sonuçların nedeni kök kanalındaki irrigantın devamlı tazelenmesi olabilir. Devamlı ultrasonik irrigasyon aynı zamanda ultrasonik irrigasyon için gerekli süreyi de kısaltmıştır[2].

Aralıklı ultrasonik yıkamada ise irrigant kanala bir kanül ile iletilir. Daha sonra irrigant ultrasonik oskilasyon aleti ile aktive edilir. İrrigantın tazelenmesi ile kanal duvarlarından çözünmüş doku artıkları temizlenir. Bu teknik kök kanalından pulpal dokuyu, dentin debrislerini, smear tabakasını ve bakterileri uzaklaştırmada etkilidir[2].

PUI'un pulpal doku artıklarını ve dentin debrisini uzaklaştırmada kanül irrigasyonundan daha iyi olduğu bilinmektedir[81,87]. Bunun nedeni ultrasonik irrigasyon sırasında oluşturulan daha fazla hacimde ve daha hızlı irrigant akışıdır[88]. Ultrasonik irrigasyon sırasında kök kanalında ulaşılamayan bölgelerden eğe oskilasyonu sayesinde daha fazla debris uzaklaştırıldığı gösterilmiştir[88]. Bununla birlikte, başka bir çalışmada ise PUI ile kanül irrigasyonu arasında herhangi fark görülmemiştir[95].

Ultrasonik irrigasyonun sonik irrigasyona kıyasla daha fazla debris uzaklaştırdığı gösterilmiştir[81]. Fakat sonik irrigasyon daha uzun süre uygulanırsa iki tekniğin etkinliğinin benzer olduğu görülmüştür[27,87.88].

Yapılan bir çalışmaların sonucunda PUI'da irrigant olarak su kullanıldığında smear tabakasının uzaklaştırılamadığı fakat %3'lük NaOCl ile yapılan PUI sonrasında smear tabakasının tamamen ortadan kaldırıldığı gösterilmiştir[96]. Bir çalışmada ise EDTAC ve NaOCl kullanılarak 15 nolu eğe ile ultrasonik irrigasyon sonucunda kök kanalının hem koronal hem orta hemde apikal üçlüsünde smear tabakasının etkili bir şekilde uzaklaştırıldığı gösterilmiştir[97].

Çalışmalar hem el hemde döner aletlerle yapılan preparasyon sonrasında PUI'un bakteri sayısını önemli derecede azalttığını ve kanül irrigasyonundan daha etkili olduğunu göstermektedir[98,99]. PUI'un kullanımı sonucunda görülen bu pozitif sonuçların en önemli nedenleri, yüksek güçlü ultrasoundun, akustik streaming etkisi ile bakteriyel biyofilmleri parçalaması ve kavitasyon ile hücre membranını zayıflatarak bakterlerin NaOCl'e geçirgenliğini arttırmasıdır[2].

#### 2.4.2.5. Basınç Değişimli Aletler

Şırınga irrigasyonunda etkili bir debris debrimenti ve smear tabakası uzaklaştırılması için irrigant kanal duvarlarıyla direk temasta olmalıdır. Kanülün ucu kanalın apikal ucundan çok uzakta konumlandırılmış ise hava sıkışması nedeniyle irrigantın kanalın apikal kısmına ulaşması zordur. Kanül apikale çok yakın yerleştirilirse periapikal dokularda şiddetli iyatrojenik cevaba neden olacak şekilde periapikal ekstruzyon riskini arttırır[100]. Eşlik eden irrigant iletimi ve aspirasyon ile basınç değişimli aletler bu problemin güvenli bir şekilde çözümünü sağlar[2].

#### 2.4.2.5.1. NIT (Non-Enstrumantation Technique)

Bu teknikte kök kanalında herhangi bir mekanik enstrumantasyon yapılmaz. Kanal debrimenti ve predentin kollagen matriksi dahil organik debrisin çözülmesi yerine düşük konsantrasyonda NaOCl ile kanalda basınç değişim alanlarını kullanarak kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu sağlanır. Sonraki aşamada, NaOCl'in kanal ramifikasyonlarına penetrasyonunu kolaylaştırmak için baloncuk patlaması ve hidrodinamik türbülansın oluşturulmasıdır[101].

NIT tekniği benzersizdir. İn vitro olarak kanalları hazırlamada; konvansiyonel şırınga irrigasyonu ile balanslı-kuvvet ile preparasyonu veya GT döner aletle preparasyonundan daha başarılı olmasına rağmen bu teknik in vivo hayvan çalışmalarında güvensiz bulundu ve insan üzerinde klinik olarak kullanılmadı[2]

#### 2.4.2.5.2. Fukumoto et. al. Dizayn Ettiği İrrigasyon Sistemi

Bir diğer deneysel basınç değişimli irrigasyon sistemi ise, Fukumoto et. al.[102] tarafından tanıtıldı. Bu sistem apex locatere bağlı bir enjeksiyon kanülü ve bir aspirasyon kanülünden oluşmaktadır. (enjeksiyon kanülü: iç çapı-0,19 mm, dış çapı-0,41 mm, aspirasyon kanülü: iç çapı-0,30 mm, dış çapı-0,55 mm)

Ünitenin aspirasyon basıncı -20 kPa dır. Alet, enjeksiyon ve aspirasyon kanülleri farklı yerlere yerleştirilerek apikal üçlüde smear tabakasını uzaklaştırma ve apikal foramenden NaOCl'in ekstruzyonu açısından değerlendirilmiştir. En iyi sonuçlar, enjeksiyon kanülü koronale yerleştirildiğinde ve aspirasyon kanülü apeksten 2-3 mm uzağa yerleştirildiğinde elde edilmiştir. Aspirasyon kanülü apikal foramenden 2 veya 3 mm uzağa yerleştirildiğinde ROOT ZX 0,5 değerini göstermiştir. Bu bize irrigantın enstrumante edilmiş apikal deltaya ulaştığını göstermiştir. Aspirasyon kanülünün fiziksel lokalizasyonu ile ROOT ZX in gösterdiği arasındaki farkın, aspirasyon kanülü ile kökün ucu arasında NaOCl ve EDTA irrigantlarının sıkışmış havayla yer değiştirmesi olduğu tahmin edilmektedir[2,102].

#### 2.4.2.5.3. EndoVac

EndoVac cihazı, irrigantı güvenli bir şekilde apikale iletip sonrasında negatif basınç ile aspire eden bir irrigasyon sistemidir[103].

Makrokanül, mikrokanül, irrigant şırıngası, dental ünitin yüksek hızlı tükrük emici olmak üzere dört ana kısımdan oluşmaktadır. Plastik makrokanül, 55 nolu kanal aleti çapında ve farklı konikliktedir. Titanyum el aletiyle kanalın koronal kısmının irrigasyonu için kullanılır. Paslanmaz çelik mikrokanül ise 32 kanal aleti çapında kapalı uçlu ve ucuna komşu lateral olarak yerleşmiş 3 defa lazerle kesilmiş 4 delikli bir kanüldür. Titanyum parmak aletiyle beraber çalışma boyuna kadar yerleştirilip kanalın apikal kısmının irrigasyonu için kullanılır. Tüm kanal boyunca kullanılabilmesi için kanalların en az 35'e kadar genişletilmiş olması gerekir. İrrigasyon sırasında iletici uç, solüsyonu pulpa odasına iletir ve taşmaya engel olmak için fazla irrigantı geri çeker. Kanalın içindeki kanül, pulpa odasındaki irrigantı kanülün ucuyla kanala iter ve sonra kanülün içine doğru çekip tükrük emici yönlendirir. Bu devamlı taze irrigant akışı negatif basınç ile devam ettirilir[103].

Yapılan bir çalışma aynı sürede Endovac sistemi ile yapılan irrigasyonda kanülle yapılan irrigasyondan daha fazla irrigant kullanıldığını göstermiştir. Endovac ile çalışma boyunun 1 mm kısasında yapılan irrigasyon, kanül irrigasyonuna göre daha fazla debris uzaklaştırmıştır. Endovac'la yapılan irrigasyonda apikal bölgede hava sıkışması olmaz. Ayrıca irrigantı güvenli bir şekilde apikale iletip sonrasında da negatif basınç ile aspire ettiği için apikal ekstrüzyona da neden olmaz[104].

#### 2.4.2.5.4. RinsEndo Sistemi

Basınçlı aspirasyon teknolojisini esas alır[62,74]. 65 mikrolitrelik irrigasyon solüsyonu 1,6 Hz oskilasyon frekansına bağlı şırıngaya adapte edilmiş kanülle kök kanalına gönderilir. Aspirasyon fazında solüsyon ve hava kök kanalından çekilir ve solüsyon devamlı tazelenir. Bu basınç-aspirasyon siklusu dakikada 100 kez olmak üzere devam eder. Üreticisi kanül koronale yerleştirildiğinde pulsatif sıvı akışı sayesinde apikal üçlünün çok iyi yıkandığını iddia etmektedir.

Bu sistem çekilmiş diş üzerinde yapılmış bir çalışmada konvansiyonel kanül irrigasyonundan daha etkili debriment sağlamıştır. Fakat bu sistemde irrigantın apikal ekstrüzyon riski çok fazladır[2,62].

#### 2.4.2.5.5. Canal Clean Max

Canal Clean Max dental ünite takılabilen aerötor benzeri bir başlık ve başlığın ucuna takılan taperlı apikal çapı 50 nolu hedstrom el eğesine eşit şeffaf bir aspirasyon ucundan oluşmaktadır. Canal CleanMax sistemi ile irrigasyon yaparken aspirasyon ucu EndoVac irrigasyon sisteminin makro kanülüne benzer şekilde kök kanalına yerleştirilir, irrigasyon solüsyonu herhangi bir irrigasyon şırıngası ile kök kanalına iletilir. Aspirasyon ucunun kök kanalından aspire ettiği irrigasyon solüsyonu, başlıktaki çıkış deliğinden dışarı atılır. Bu aşamada dental ünitin tükrük emicisi ile çıkış deliğinden fışkıran irrigasyon solüsyonu aspire edilerek irrigasyon işlemi tamamlanır[105]. Literatür taraması yapıldığında Canal CleanMax ile ilgili herhangi bir araştırmaya rastlanmadı.

### 2.4.3. Lazer ile İrrigasyon

Endodontide lazer kanaldaki dokuları buharlaştırmak, smear tabakasını uzaklaştırmak ve apikal bölgedeki artık dokuları ortadan kaldırmak içim kullanılır.

Smear tabakasının kaldırmasında Nd:YAG lazer, Karbon Dioksit lazer, Argon flouride eximer lazer, Argon lazer, Er:YAG lazerler kullanılmıştır.

Bu lazerlerin smear tabakasını kaldırdığı gösterilmiş olsa da peritübüler dentin de hasar oluşturduğu görülmüştür. Lazerlerle smear tabakasının kaldırılmasındaki en büyük sıkıntı ise büyük proplar ile dar kanal alanına ulaşmadaki zorluktur[33].

Le et. al.[106] yaptıkları çalışmada NaOCl ile yapılan irrigasyonun $CO_2$ lazer ile yapılan irrigasyondan daha etkili olduğunu göstermişlerdir.

### 2.4.4. Fotoaktif Dezefeksiyon

Yeni bir teknolojidir ve kimyasal dezenfektanlara alternatif olarak daha az toksiktir. Işığa hassas bir boya ile spesifik bir dalga boyunda ışığın kombinasyonunu kullanır[107].

Yapılan çalışmalarda, fotoaktif dezenfeksiyonun kullanımı kök kanalındaki bakterilere karşı etkili bulunmuştur[108]. Planktonlardaki, süspansiyonlardaki, kollagendeki ve çürük dentindeki bakterilerin büyük bir kısmını elimine eder[109,110].

### 2.5. Kök Kanallarında İlaç Kullanımı

Biyomekanik enstrumantasyon ve antimikrobiyal bir solüsyon ile pulpal alan dezenfekte edilebilmektedir. Bazı araştırmacılar ise bunların tek başına kök kanalını dezenfekte edemediğini ve sonrasında kök kanallarının ilaçlanmasını önermektedirler[35].

#### 2.5.1. Kanal İçi Dezenfeksiyon Materyalleri

##### 2.5.1.1. Fenol Preparatları

Fenol veya karbolik asit tıpta kullanılan en eski antimikrobiyal ajanlardan biridir. Fenolik preparatların güçlü toksisitesine rağmen, paramonoklorofenol, timol, krezol gibi türevleri halen kullanılmaktadır.

Endodontide tek seanslı tedavilerin artması ve çok seanslı tedavilerde kalsiyum hidroksit kullanımı ile klasik fenolik ilaçların kullanımı azalmıştır.

Fenolik preparatlar piyasada kafurlanmış olarak kullanıma uygun şekilde bulunmaktadır. Kafurlama işlemi çevre dokulara toksin salgılanmasını yavaşlattığı için daha az toksik bir fenol bileşiği oluşturur[35]. İn vitro çalışmalar fenol ve fenol türevlerinin memeli hücrelerinde antimikrobiyal etkinliği dengeleyemeyecek kadar çok toksik olduğunu göstermiştir[111]. Günümüzde endodontide artık kullanılmamaktadır.

##### 2.5.1.2. Formaldehit

Formaldehit yüksek toksitesi, yüksek mutajenik ve karsinojenik potansiyeline rağmen endodontik tedavide sıklıkla kullanılmaktadır. Formokrezol (%19-37 formaldehit içerir), trikezol formalin (%10 trikesol-%90 formaldehit) kullanımda olan bazı formaldehit içerikli materyallerdir. Formaldehit içeriği %10'un üzerinde olan bu preparatlar patolojik örneklerin fiksasyonu için kullanılmaktadır.

Formaldehit uçucudur ve bir pamuk pelet ile uygulandığında pulpa odasının dezenfeksiyonunu sağlar[35]. Tüm formaldehit içerikli materyaller toksik etkileri antimikrobiyal etkilerinden daha az olan toksinlerdir. Pulpa veya periapikal dokularla herhangi bir temasında vücudun tüm bölgelerine transfer olur[35].

Bu özellikleri nedeniyle formokresol endodontik kullanıma uygun değildir[35].

#### 2.5.1.3. Halojenler

Klorin kök kanallarının irrigasyonunda uzun süredir kullanılmaktadır. Kloramin-T formu ise kanal içi ilaç olarak kullanılmaktadır.

İyodin; iyodin-potasyum-iyodid (IKI) formunda düşük toksisitede çok etkili bir antiseptik solüsyondur[35]. Bir in vitro çalışma ile % 2'lik IKI'nin 5 dakikada dentine 1000 µm penetre olabildiği gösterilmiştir[112]. Güçlü antimikrobiyal etkili buhar saldığı e enfekte dentin içindeki bakterileri yine 5 dakikada öldürdüğü gösyerilmiştir.

% 5'lik iyodin ise aseptik endodontik çalışmalarda diş yüzeyinin ve lastik örtünün dezenfeksiyonunu sağlamak için kullanılmaktadır[35].

#### 2.5.1.4. Kalsiyum Hidroksit

Endodontide kalsiyum hidroksitin kullanımına 1920'lerde başlanmıştır. Konvansiyonel bir antiseptik olmamakla beraber kök kanalı yüzeyindeki bakterileri öldürdüğü bilinmektedir[35]. pH'ı 12,5 civarında olan güçlü alkalin bir maddedir. Antibakteriyel özelliği, tamiri başlatma ve sert doku oluşumunu stimule etme özellikleri nedeniyle dental tedavide kullanımı yaygındır. Kök kanalı ilacı olarak kullanıldığında yüksek pH'ı ile oluşturduğu alkalin ortamda bakterilerin yaşamasına engel olarak bakterisidal etki gösterir[52].

Kalsiyum hidroksitin antimikrobiyal etkinliği sulu bir ortamda hidroksil iyonlarının salınmasına bağlıdır. Hidroksil iyonları güçlü okside edici radikallerdir ve bakterilerin sitoplazmik membranlarını parçalar, proteinleri denatüre eder ve bakterilerin DNA'larını haraplar[52].

Birçok çalışma kalsiyum hidroksitin bakteri hücrelerinde letal etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Fakat bu etki sadece solüsyon içindeki bakterilerle direk temasta görülür ki buda klinikte her zaman sağlanabilen bir durum değildir[114,115].

Kalsiyum hidroksit yaygınca difüze olursa hidroksil iyonunun konsantrasyonu azalır ve antibakteriyel etki düşer. Hidroksil iyonları dentin tübüllerine ne kadar çok difüze olursa antibakteriyel etkinliği artar ve daha çok bakteriyi öldürür[52]. Çalışmalar Kalsiyum hidroksit'den salınan hidroksil iyonlarının dentin tübüllerine difüze olduğunu, fakat pH'taki değişimin zamana ve uzaklığa bağlı olduğunu göstermektedir. Kalsiyum hidroksit'ı kanala yerleştirme tekniği ve kanalda kalma süresi de önemlidir[116].

Kalsiyum hidroksit tozu bazı taşıyıcılarla karıştırılarak kök kanalına uygulanır. Bu taşıyıcılar karışımın kimyasal ve fiziksel etkileri kadar klinik uygulanması ve antimikrobiyal etkinliğinde de etkilidir[117]. Kalsiyum hidroksit üç tip taşıyıcı ile beraber kullanır:

**1.** Sulu taşıyıcılar; yüksek çözünürlük sağlar. Hızlı bir şekilde pat haline döner. İstenen etkileri oluşturmak için pansumanı birkaç defa yenilemek gerekir.

**2.** Visköz taşıyıcılar; suda çözünürlüğü düşüktür. Uzun dönemli pansumanlara ihtiyaç gösterir. Yüksek molekül ağırlıkları dokulara yayılımını azaltır ve 2-4 ay arasında kanalda bekletilmesi gerekir. Gliserin, polietilen glikol, propilen etilen bunlara örnektir.

**3.** Yağlı taşıyıcılar; suda çözünmezler. En düşük çözünürlüğü ve difüzyonu gösterir. Sulu ve visköz taşıyıcıları içerenlerden daha uzun kanalda tutulmalıdır.

Gliserin ve propilen glikol ile hazırlanan patların istenen antimikrobiyal etkiyi oluşturabilmesi için gereken zaman diğer patlarda daha uzundur. Bunun nedeni hidroksil iyonlarının yayılımını yavaşlatmasıdır[118].

Başka bir çalışma da ise kalsiyum hidroksitin kanalda bir hafta kalmasının yeterli olacağı söylenmektedir[119]. Diğer araştırmacılar ise klinik çalışmalarına dayanarak kalsiyum hidroksitin kanal içinde bakterileri tamamen elimine edemediğini fakat sadece üremelerini sınırlandırdığını göstermişlerdir[120.121]. NaOCl ile yapılan kemomekanik irrigasyon sonrası kalsiyum hidroksit ile pansumanın dezenfeksiyon etkinliğinin incelendiği çalışmalarda, bu patın kök kanal dezenfeksiyonunda beklenen etkiyi yaratmadığı gösterilmiştir[122,123]. Sonuçlardaki bu ayrılıklar kullanılan metodlara ve araştırılan bakterilere bağlıdır. Kalsiyum hidroksit persiste endodontik enfeksiyonda bulunan *E.feacalis*'e karşı etkisizdir. Bu bakteri dentin tübüllerine yerleşir, kalsiyum hidroksitin yüksek pH'ını tamponlar ve burada yaşama yeteneğine sahiptir. Ayrıca dentin de kalsiyum hidroksitin bu yüksek pH'ını tamponlama özelliğine sahiptir.

Kalsiyum hidroksitin IKI ile beraber kullanımı tek başına kullanımından daha etkili bulunmuştur[124]. Klinik bir çalışma kalsiyum hidroksit pansumanı öncesi IKI kullanımının bakteri eliminasyonunu arttırmadığını fakat *E.feacalis*'in persiste zincir frekansını azalttığını göstermiştir[125]. Kalsiyum hidroksit'in IKI veya CHX ile kombine

kullanımı kalsiyum hidroksit'in E.feacalis'i öldürme yeteneğini geliştirir[126]. IKI veya CHX'in eklenmesi kalsiyum hidroksit solüsyonlarının alkalinitesini değiştirmez ve kombinasyonlar kendi komponentlerinden daha toksik bir duruma gelmez[107].

Kalsiyum hidroksit-CMCP kombinasyonu kök kanalarındaki bakterileri hızlıca elimine eder[127]. Kalsiyum hidroksit'in kortikosteroid preparatları ile kullanımı önerilir. Bu karışımlar yüksek konsantrasyonlar oluşturmak için aktif içeriklerin difüzyon hızını etkiler. Ayrıca antibakteriyel etki artar ve periradiküler dokulara toksisitesi azalır[128].

Bütün bunlara rağmen; kalsiyum hidroksit hala tek başına kullanılacak en iyi kök kanal ilacıdır[107].

#### 2.5.1.5. Antibiyotik İçerikli Patlar

Endodontik tedavide topikal ajan olarak kullanılabilir. Bakteriyel resistans potansiyeli, ilaç alerjisi riski ve belli etiyolojik faktörleri maskeleme riski antibiyotiklerin kullanımlarını sınırlar[107].

Geçmişte Grossmann'ın patının (penisilin, bacitracin veya kloramfenikol, streptomisin) ve neomisin, polimiksin ve nistatin karışımının kök kanallarının dezenfeksiyonunda kullanılmıştır. Her iki karışımda sınırlı etkileri nedeniyle günümüzde artık kullanılmamaktadır[107].

Windley et. al.[131] ise yaptıkları bir çalışmada; metranidazol, siprofloksasin ve minosiklin içeren üçlü bir antibiyotik karışımını, periapikal lezyonlu immatur köpek dişlerinin kanallarının dezenfeksiyonunda etkili bulmuşlardır.

Topikal streoidler ise yıllardır endodontide anti-enflamatuar ajan olarak kullanılmaktadır. Vital dişlerde ağrıyı azaltmada etkilidir, nekrotik dişlerde ise etkisizdir[132]. En yaygın kullanılan kortikosteriod ve antibiyotik içeren patlar; Septemixine, Pulpomixie ve Ledermix'dir.

Septomixine ve pulpomixine patları neomicine ve farmicetin içerir. Bunların hiçbiri endodontik enfeksiyonlarda anti-bakteriyel etkili değildir. Bu preparatların antibakteriyel kısımları triamcinolone gibi diğer kortikostreoidlerden daha az etkili olan dexamethasondur[107].

Ledermix; suda çözünen %1 triamcinolone ve %3 demeclocycline içeren bir pattır. Triamcinolone kortizondan 4 kat daha fazla etkilidir. Sistemik yan etkilerin oluşmaması için düşük konsantrasyonlarda kullanılmalıdır[133].

Ledermix‘te asıl aktif içerik kortikostreoiddir. Antibiyotik ise dezenfeksiyon için değil kortikostreoidlerin immun sistemi baskılaması sonrası mikroorganizmaların yeniden çoğalmasını önlemek için eklenmiştir.

Ledermixin antimikrobiyal özelliğine ilişkin yapılan çalışmaların sonuçları çelişir. Barker ve Lockett[134] yaptıkları çalışmanın sonucunda ledermixin köpeklerin kök kanalında streptoccus viridansı elimine ettiğini göstermişlerdir.

Abbott et. al.[133] dentin tübüllerine ledermixin infiltrasyon konsantrasyonunu ve uzaklığını absorbsiyon spektrofotometresi ile araştırdılar. Demeclocycine'in komşu dentinde en yüksek konsantrasyona ulaştığını ve salınım oranının bir hafta sonundakinden 10 kat daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu sonuçlar demeclocycline nin ilk birkaç gün içinde bakterilere karşı etkili olabileceğini ve bunun çok uzun sürmeyeceğini göstermektedir.

Gr (+) mikroorganizmalar gr (-) lere göre ledermixin düşük konsantrasyonlarına daha duyarlıdır. Gr (-) türlerin endodontik enfeksiyonlarda dominant olması nedeniyle ledermixin bunlar üzerine etkisi araştırılmalıdır. Ledermix in akut pulpal ve periapikal enflamasyonu azaltmakta etkilidir. Endodontide post operatif ağrı insidansını azaltmak için kullanılmaktadır[107].

Post operatif ağrıyı azaltmada ledermixin kalsiyum hidroksite üstünlüğü tartışılmaktadır. Ehrmann et. al.[135] yaptıkları çalışmada ledermix'i üstün bulurken Fava et. al.[136] ise ikisini aynı etkinlikte buldular. Ledermixin kullanımında post operatif ağrıyı ve enflamasyonu kontrol eden kısım antibakteriyel etkiden çok kortikostreoidlerin antinflamatuar etkisidir. Antibiyotik kısmı antimikrobiyal etkisini geliştirmeye yardımcı olur[107].

Günümüzde kök kanal tedavisi sırasında ençok kullanılan kök kanal ilacı kalsiyum hidroksittir. Yapılan çalışmalarda, kanal dolgusu yapılmadan önce kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında çeşitli irrigasyon solüsyonlarıyla beraber enstrumantasyonun tamamlandığı eğeden 1 veya 2 numara büyük eğeler, döner Ni-Ti sistemler, ultrasonik irrigasyon aletleri ve çeşitli fırçalar kullanılmıştır. Fakat hiçbir teknik ve irrigasyon solüsyonu ile bu pat tamamen uzaklaştırılamamıştır[137-149].

Ricucci ve Langeland[150] kanal dolgusu yapılmadan önce tamamen uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksit patı nedeniyle kanal tedavisinin başarısız olduğu bir vaka rapor etmişlerdir. Yapılan in vitro çalışmalar kalsiyum hidroksit artıklarının

kanal patının dentin tübüllerine penetrasyonu engellediğini, rezin bazlı patların dentine bağlanmasını engellediği ve kanal tedavisi yapılmış dişlerde apikal sızıntıyı büyük oranda arttırdığını göstermişlerdir[151,152]. Kök kanal tedavisinin başarılı olması için kalsiyum hidroksit patının kanal dolgusu yapılmadan önce kanaldan tamamen uzaklaştırılması gerekmektedir[146].

### 2.6. Smear tabakası

Diş yapılarındaki kesim,aşındırma ve eğeleme işlemleri yüzeyde parçalanan organik ve inorganik yapıları içeren bir tabakayı duvarlara sıvar. Bu tabaka smear tabakası olarak adlandırılmaktadır. Bir görüş smear tabakasının dentin tübüllerini tıkayarak bakteri ve toksinlerin tübüllere geçisini engellediği için kaldırılmaması gerektiği yönündedir. Diğer bir görüş ise adezyonu düşük bir tabaka olarak sızıntı oluşturacağı, bakteriler için besin kaynağı oluşturduğu ve kök kanalının dezenkefsiyonu için kullanılan materyallerinin dentin tübüllerine ulaşmasını engellediği için kaldırılması gerektiğidir. Smear tabakasının kaldırıp kaldırılmaması gerekliliği ise bugün hala tartışma konusudur[33].

### 2.7. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi

Endodontik tedavinin asıl başarızlık nedeni enstrumantasyon ve irrigasyon ile elimine edilemeyen mikroorganizmalardır[13].

Kök kanal tedavisinin yenilenmesinin amacı mikroorganzimaları elimine ederek periapikal dokuların tekrar iyileştirmektir. Kanaldaki tüm dolgu materyalinin uzaklaştırılıp apikal foramene tekrar ulaşılması sonrasında irrigasyon ve enstrumantasyon ile enfekte materyal tekrar uzaklaştırılır. Kök kanalları eski kanal dolgusu tamamen söküldüğünden ve irrigasyon ve enstrumantasyon ile kök kanalının dezenfeksiyonunun sağlandığından emin olunduktan sonra tekrar doldurulmalıdır[12].

Günümüzde kök kanal dolgusunun söküm işlemleri; el eğeleri ile kombine ısı veya kimyasal çözücüler, döner aletler, ultrasonik aletler, ısı taşıyıcılı sistemler, paper-pointli kimyasallar ve lazer kullanılarak yapılmaktadır[12].

Bu çalışmanın amacı; yeni üretilmiş farklı irrigasyon tekniklerinin smear tabakası ve debris uzaklaştırılmasına, kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasına ve kök kanal dolgusunun sökümüne etkisinin değerlendirilmesidir.

# 3.GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmamızda RinsEndo (Dürr Dental, Bittigheim-Bissingen, Almanya), EndoVac (Discus Dental, Curver City, Kanada), Canal CleanMax (Maximum Dental, NJ, ABD), MM 1500 sonik sistemin (Micro Mega, Besancon, Fransa), CanalBrush döner fırçanın (Roeko, Langenau, Almanya), NaviTip FX irrigasyon kanülünün (Ultradent Products Inc, South Jordan, ABD) ve konvansiyonel irrigasyonun (kontrol) kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasına ve kök kanal dolgusunun söküm işlemlerine etkileri bazı analiz teknikleri ile değerlendirilmiştir (Şekil 3.1-6). Debris ve smear uzaklaştırılmasının değerlendirildiği çalışmamızda ise kontrol grubu olarak manuel-dinamik irrigasyon yapılmıştır. Çalışmalarımız 3 ana başlık altında toplanmıştır:

**1.** Çeşitli irrigasyon tekniklerinin debris ve smear tabakasının uzaklaştırılması üzerine etkinliği

**2.** Çeşitli irrigasyon tekniklerinin kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasına etkisi

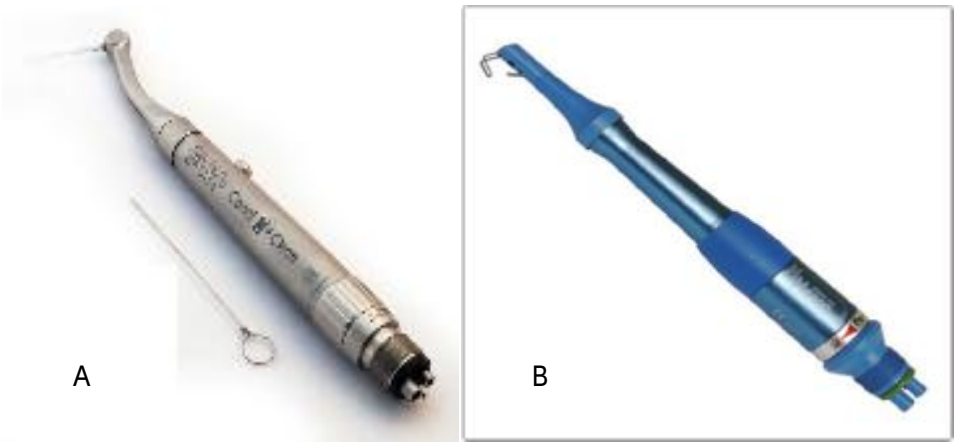
**3.** Kök kanal dolgusunun sökülmesinde farklı irrigasyon tekniklerinin değerlendirilmesi



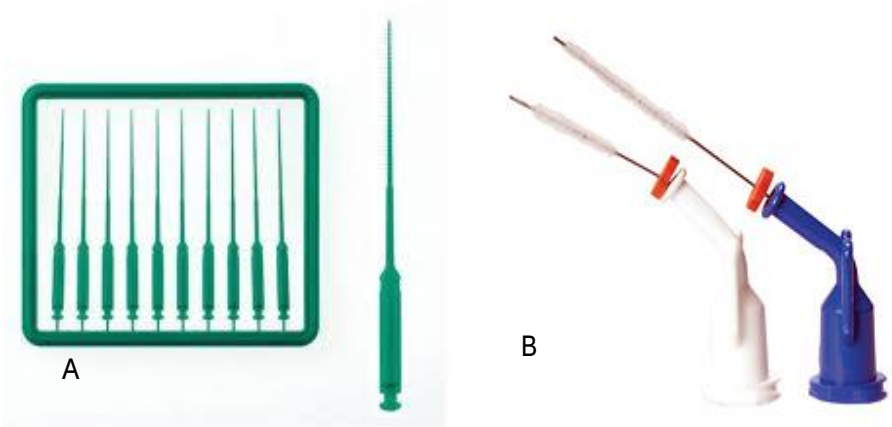
**Şekil 3.1:** RinsEndo irrigasyon sistemi




**Şekil 3.2:** EndoVac İrrigasyon Sistemi




**Şekil 3.3:** Canal Clean Max (A), MM 1500 (B)




**Şekil 3.4:** Canal brush (A), Navi Tip FX (B)

### 3.1. Çeşitli İrrigasyon Tekniklerinin Debris ve Smear Tabakasının Uzaklaştırılması Üzerine Etkinliği

Bu çalışmamızda çekilmiş 70 adet üst santral diş kullanıldı. Dişler operasyon mikroskobunda incelenerek kök yüzeyinde çürük, kırık, çatlak ve eksternal rezorpsiyon bulunan dişler çalışma dışı bırakıldı. Kök yüzeyindeki artıklar küret ile mekanik olarak temizlendikten sonra dişler distile suda bekletildi. Kuronlar; kök boyu 15 mm kalacak şekilde mine-sement bileşiminden kesildi. Çalışma boyu, apikal foramenden 10 nolu K tipi eğenin (Densply Maillefer, Ballaigeus, İsviçre) ucu göründükten sonra 1 mm kısa olarak belirlendi.

Dişler her grupta 10 diş olacak şekilde rastgele 7 gruba ayrıldı. Kök kanalları irrigasyon gruplarında kullanılan tüm tekniklerde her eğe değişiminde 2 ml %5'lik NaOCl ile irrige edilerek apikal genişlik #50 olacak şekilde standart preparasyon tekniğiyle genişletildi. Gruplar aşağıdaki sırayla oluşturuldu:

Grup 1 (RinsEndo sistemi): İrrigasyon yapılırken RinsEndo sistemi üreticinin önerisi doğrultusunda çalışma boyunun 2/3'üne kadar ilerletilerek kullanıldı.

Grup 2 (EndoVac sistemi): Enstrumantasyon esnasında 35 nolu eğe kadar irrigasyon makrokanülle, devamında ise mikrokanülle yapıldı.

Grup 3 (Canal CleanMax sistemi): Dental aneztesi şırıngası ile irrigasyon solüsyonu kanal iletilirken dental ünite takılmış olan başlık aspirasyon için kullanıldı.

Grup 4 (MM 1500 sonik sistem): 35 nolu eğeden sonra 15 nolu rispisonik eğe ile 30 sn'lik periyotlarla 4 defa olmak üzere toplam 2 dakikalık bir sonik irrigasyon yapıldı.

Grup 5 (Canal brush): Bir endodontik motora (X-Smart, DENTSPLY, Maillefer) takılarak 600 rpm ve 2.00 n-cm'de kullanıldı. 35 nolu eğenin kullanımından sonra 30 sn lik periodlarla 4 defa kullanıldı.

Grup 6 (NaviTip FX ): Tüm irrigasyon Navi Tip FX kanülüyle yapıldı.

Grup 7 (Manuel-dinamik irrigasyon): Enstrumantasyon tamamlandıktan sonra 50'lik güta-perka kon ile 1 dk'lık manuel-dinamik irrigasyon yapıldı.

Son irrigasyonda, smear tabakası %17'lik 5 ml EDTA ile 1 dakika ve sonrasında 10 ml %5,25 lik NaOCl ile yıkanarak uzaklaştırıldı. Köklere elmas separe ile bukko-lingual yönde çentikler açıldı ve kökler kırılarak ikiye ayrıldı. Örnekler SEM incelemesi için hazırlandı. SEM incelemesi ODTÜ Malzeme ve Metalurji Mühendisliğinde

QUANTA 400F Field Emission SEM cihazı (JEOL JSM 6400, Tokyo, Japonya) kullanılarak yapıldı. Örneklerin apikal, orta, koronal üçlülerinden X1000 büyütmede fotoğraflar alındı. Örneklerde kalan smear takabası miktarı kullandığı 5 lik bir skorlama sistemi ile değerlendirildi. Bu skorlama sistemi aşağıdaki gibidir:

**1.** Smear tabakası yok, tüm dentin tübülleri açık

**2.** Az miktarda smear tabakası var, birçok dentin tübülü açık

**3.** Kök kanalı duvarını kaplayan homojen smear tabakası var, çok az dentin tübülü açık

**4.** Tüm kök kanalı duvarını kaplayan homojen smear tabakası var, dentin tübülleri gözlemlenmiyor

**5.** Tüm kök kanalını kaplayan çok yoğun ve homojen olmayan smear tabakası var[153].

Örneklerde kalan debris miktarı ise yine 5 lik bir skorlama sistemi ile değerlendirildi. Bu skorlama sistemi aşağıdaki gibidir:

**1.** Kanal duvarları temiz, sadece birkaç küçük debris partikülleri varlığı

**2.** Birkaç küçük debris yığını varlığı

**3.** Kök kanal duvarının % 50'sinden azını kaplayan birçok debris yığını varlığı

**4.** Kök kanal duvarının % 50'sinden fazlasını kaplayan debris varlığı

**5.** Kök kanal duvarının neredeyse hepsini veya tamamını kaplayan debris varlığı [153].

İstatistiksel analiz yapılırken verilerin normal dağılıma uygunluğu test edildi, normal dağılım gösteren sürekli değişkenlerin analizinde bağımsız gruplarda t testi ve tek yönlü varyans analizi, normal dağılım göstermeyen sürekli değişkenlerin analizinde ise Mann Whitney U veya Kruskall Wallis testi kullanıldı. Kategorik değişkenlerin analizinde ise ki-kare testi kullanıldı. Sürekli değişkenler arasındaki ilişki Spearman Rank testi ile analiz edildi. Sonuçlar ortalama±standart sapma veya ortalama±SH (Standart Hata), medyan, n ve yüzde olarak ifade edildi. p değerinin <0,05 olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Çoklu karşılaştırmalarda Bonferroni

düzeltmesi yapılmıştır ve $p<0.017$ anlamlı olarak kabul edildi. ($p<0,10/n$; n= karşılaştırma sayısı).

İstatistiksel analiz SPSS (Version 18.0; SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak yapıldı.

### 3.2. Çeşitli İrrigasyon Tekniklerinin Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırılmasına Etkisi

Çalışmamızın bu kısmında 74 adet yeni çekilmiş düz köklü alt premolar diş kullanıldı. Dişler operasyon mikroskobunda incelenerek köklerinde kırık, çatlak, çürük ve eksternal rezorpsiyonolan dişler çalışmanın dışında tutuldu. Giriş kaviteleri açıldı ve 10 nolu K-tipi eğe (Densply, Maillefer) apikal foramenden görülünceye kadar ilerlendi ve çalışma boyu bu uzunluktan 1 mm kısa olarak belirlendi. Kanal ağızları 6,5,4 nolu gates-glidden frezler (Antaeos; Vereinigte Dentalwerke Gmbh & Co, Münih, Almanya) ile genişletildi. Kök kanalları apikal genişlikleri #50 olacak şekilde ve her eğe değişiminde 2 ml %1'lik NaOCl ile irrige edilerek enstrumante edildi. Son irrigasyon 2,5 ml serum fizyolojik ile yapıldı ve kök kanalları paper pointler ile kurutuldu.

0,65 gr toz kalsiyum hidroksit 0,5 ml serum fizyolojik- gliserin (2 gliserin, 3 serum fizyolojik oranında) karışımıyla karıştırıldı. Pat 40 nolu lentülo ile kök kanallarına gönderildi. İki diş negatif kontrol olarak enstrumantasyonun kontrolü için pat gönderilmeden bırakıldı. Giriş kaviteleri 3 mm Cavit G (Espe GmbH, Seefeld, Almanya) ile kapatıldı. Örnekler $37^0$ C % 100 nemde üç hafta bekletildi.

İki örnek pansuman materyalinin tüm kök kanalına ulaşıp ulaşmadığını kontrol amacıyla pozitif kontrol olarak bırakıldı. 70 diş kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında kullanılacak irrigasyon tekniğine göre rastgele her grupta 10 diş olacak şekilde 7 gruba ayrıldı. Geçici restorasyon su soğutması altında elmas bir frez ile uzaklaştırıldı.

Kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında tüm gruplarda 2 defa 5 ml %1'lik NaOCl ve son olarak 5 ml serum fizyolojik ile olmak üzere toplam 15 ml solüsyon kullanılarak irrigasyon yapıldı. Aspirasyon için dental unite bağlı cerrahi tükrük emici kullanıldı.

Birinci aşamada, pat 1 ml NaOCl ile irrige edildi ve koronal kısmı 25 nolu eğe ile yumuşatıldı. 4 ml NaOCl ile ilgili gruptaki irrigasyon sistemi ile irrige edildi. Pat

tekrar eğe ile yumuşatılarak çalışma boyuna ulaşıldı ve 25 nolu eğe ile 2 tur eğeleme hareketi yapıldı.

İkinci aşamada, 5 ml NaOCl ile irrige edildi ve yine 25 nolu eğe ile 2 tur eğeleme hareketi yapıldı.

Üçüncü aşamada ise son irrigasyon 5 ml serum fizyolojik ile yapıldı.

Grup 1 (RinsEndo sistemi): İrrigasyon yapılırken RinsEndo sistemi üreticinin önerisi doğrultusunda çalışma boyunun 2/3'üne kadar ilerletilerek kullanıldı.

Grup 2 (EndoVac sistemi): İrrigasyon yapılırken birinci ve ikinci aşamada makrokanül kullanıldı. Üçüncü aşamada ise mikrokanül kullanıldı.

Grup 3 (Canal CleanMax sistemi): Konvansiyonel irrigasyondan sonra aspirasyon için kullanıldı.

Grup 4 (MM 1500 sonik sistem): Birinci ve ikici aşamanın sonunda 15 nolu rispisonik eğe başlığa takılarak 1 dakika pasif irrigasyon yapıldı.

Grup 5 (Canal brush): Bir endodontik motora takılarak 600 rpm ve 2.00 n-cm'de kullanıldı. Birinci ve ikinci aşamanın sonunda çalışma boyunda tüm kanal duvarlarına değecek şekilde 3 tur kullanıldı.

Grup 6 (NaviTip FX): Tüm irrigasyon Navi Tip FX kanülüyle yapıldı.

Grup 7(Konvansiyonel irrigasyon (kontrol grubu)): Tüm irrigasyon dental enjektör ile çalışma boyundan 1mm kısaya kadar ilerlenerek yapıldı.

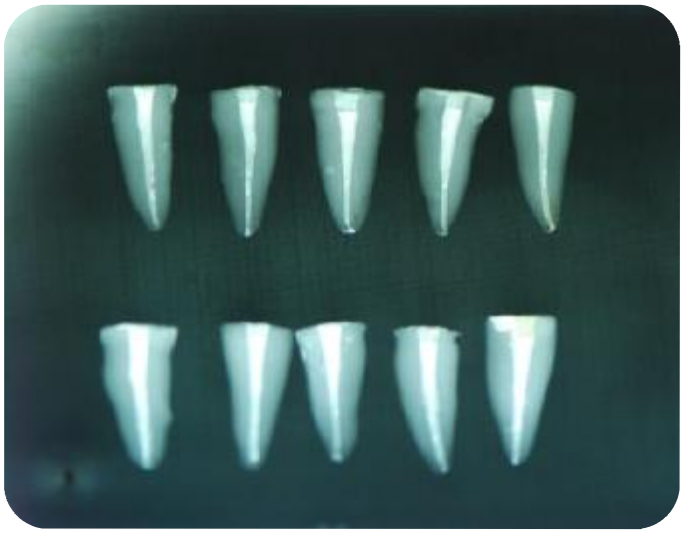
Tüm örnekler çalışma boyunda kağıt koniler ile kurutuldu. Örneklere bukko-lingual yönde elmas separe ile çentik açıldı ve iki parça olacak şekilde kırıldı. Köklerin her iki yarısından stereomikroskopa (Olympus BX50, Tokyo, Japonya) bağlı olan dijital kamera (Olympus DP 70, Tokyo, Japonya) ile X60 büyütmede görüntüler alındı. Image J 141 (Wayne Rasband, National Institutes of Health, Bethesda, MD, ABD) görüntü analizi programı kullanılarak kalan kalsiyum hidroksit miktarı, her iki yarının tüm alanının yüzdesi olarak hesaplandı.

İstatistiksel analiz yapılırken; verilerin normal dağılıma uygunluğu test edildi. Normal dağılım göstermeyen verilerin gruplara göre karşılaştırılmasında Mann Whitney U ve Kruskal Wallis testi kullanıldı.

Çoklu karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi yapıldı. İstatistiksel analiz SPSS (Version 18.0; SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak yapıldı.

### 3.3. Kök Kanal Dolgusunun Sökülmesinde Farklı İrrigasyon Tekniklerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmamızda çekilmiş 70 adet üst santral diş kullanıldı. Dişler operasyon mikroskobunda incelenerek kök yüzeyinde çürük, kırık ve çatlak bulunan dişler çalışma dışı bırakıldı. Kök yüzeyindeki artıklar küret ile mekanik olarak temizlendikten sonra dişler distile suda bekletildi. Kuronlar; kök boyu 15 mm kalacak şekilde mine-sement bileşiminden kesildi. Apikal foramenin lokalizasyonu için 10 nolu K tipi eğe (Densply, Maillefer) apikalden görünene kadar ile belirlendi. Dişler apikal çapı 50 olacak şekilde hedström el eğeleri ile genişletildi. Çalışma boyunda sıkışan kon ana kon olarak belirlendi ve kök kanalları AH Plus patı (Dentsply, DeTrey, Konstanz, Almanya) ve guta-perka konları ile lateral kompaksiyon ile dolduruldu. 25 nolu spreader kök kanalında 5 mm den az ilerlediğinde kök kanalları doldurulmuş olarak kabul edildi. Kanal ağızları geçici bir dolgu maddesi ile (Cavit-G;Espe, Seefeld, Almanya) ile geçici olarak restore edildi. Kanal dolgusunun kalitesini kontrol etmek için köklerden bukko-lingual yönden radyograflar alındı ve örnekler 37$^{o}$C % 100 nemde 3 hafta bekletildi.



Şekil 3.6: Kök kanalları doldurulduktan sonra çekilen örnek dolum radyografı

Kök kanal dolgusu tüm örneklerde R-Endo (Micro Mega, Besancon, Fransa) retreatment eğe sistemi kullanılarak uzaklaştırıldı. Sırasıyla Re, R1, R2, R3 eğeleri ile çalışma boyuna ulaşıldıktan sonra RS bitim eğesi ve 35, 40, 45, 50 nolu hedström el eğelerinin çalışma boyunda kullanılarak ile kanal dolgusunun söküm işlemleri tamamlandı. İşlemler esnasında kullanılan tüm irrigasyon tekniklerinde her eğe değişiminde kök kanalları 2 ml %1'lik NaOCl ile irrige edildi. Smear tabakası ise 5 ml %17'lik EDTA'nın 1 dk ve 10 ml %3'lük NaOCl'in sırasıyla kullanımı ile kaldırıldı. Tüm kanallar steril serum fizyolojik ile irrige edildi ve kağıt koniler ile kurutuldu.

Örnekler; rastgele 7 gruba ayrıldı. Kök kanal dolgusu sökülürken irrigasyon yöntemi olarak aşağıdaki sistemler kullanıldı:

Grup 1(RinsEndo sistemi): İrrigasyon yapılırken RinsEndo sistemi üreticinin önerisi doğrultusunda çalışma boyunun 2/3'üne kadar ilerletilerek kullanıldı.

Grup 2(EndoVac sistemi): Kök kanal dolgusunun sökümü esnasında 35 nolu eğe kadar irrigasyon makrokanülle, devamında ise mikrokanülle yapıldı.

Grup 3 (Canal Clean Max sistemi): Dental aneztesi şırıngası ile irrigasyon solüsyonu kanal iletilirken dental unite takılmış olan başlık aspirasyon için kullanıldı.

Grup 4 (MM 1500 sonik sistem): 35 nolu eğeden sonra 15 nolu rispisonik eğe ile 30 snlik periodlarla 4 defa olmak üzere toplam 2 dakikalık bir sonik irrigasyon yapıldı.

Grup 5 (Canal brush): Bir endodontik motora (X-Smart) takılarak 600 rpm ve 2.00 n-cm'de kullanıldı. 35 nolu eğenin kullanımından sonra 30sn lik periodlarla 4 defa kullanıldı.

Grup 6 (NaviTip FX): Tüm irrigasyon Navi Tip FX kanülüyle yapıldı.

Grup 7 (Konvansiyonel irrigasyon(kontrol)): Tüm irrigasyon dental anestezik şırınga ile yapıldı.

Köklere bukko-lingual yönde elmas separe ile çentik açıldı ve iki parça olacak şekilde kırıldı. Köklerin her iki yarısından stereomikroskopa (Olympus BX50) bağlı olan dijital kamera (Olympus DP 70) ile X60 büyütmede görüntüler alındı.Image J 141 (Wayne Rasband) görüntü analizi programı kullanılarak kalan kanal dolgu materyali miktarı, köklerin her iki yarısının toplam alanının yüzdesi olarak hesaplandı.

İstatistiksel analiz yapılırken; verilerin normal dağılıma uygunluğu test edildi. Normal dağılım göstermeyen verilerin gruplara göre karşılaştırılmasında Mann Whitney U ve Kruskal Wallis testi kullanıldı.

Çoklu karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi yapıldı. İstatistiksel analiz SPSS (Version 18.0; SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak yapıldı.

# 4. BULGULAR

## 4.1. Çeşitli İrrigasyon Tekniklerinin Debris ve Smear Tabakasının Uzaklaştırılması Üzerine Etkinliği

Kırılarak hazırlanan örneklerin koronal, orta, apikal üçlülerinden SEM görüntüleri alındı. Örneklerin kök kanalı yüzeyindeki ve dentin tübüllerinin ağzında kalmış olan smear tabakası ve debris miktarının değerlendirildiği 5'lik skorlama sistemine göre bulunan değerlerin skorlara göre dağılımı Çizelge 4.1.1'de sunulmaktadır. Çizelge 4.1.2.'de ise aynı skorların istatistiksel dağılımı sunulmaktadır.

**Çizelge 4.1.1:** Örneklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde kalan debris ve smear tabakası skorlarının göre dağılımı. DK3: debris koronal üçlü, DO3: debris orta üçlü, DA3: debris apikal üçlü, SK3: smear koronal üçlü, SO3: smear orta üçlü, SA3: smear apikal üçlü; 1, 2: skorları:başarılı; 3, 4, 5 skorları: başarısız

| | | GRUP | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RinsEndo | EndoVac | Canal Clean Max | MM 1500 | Canal Brush | NaVitip Fx | MDİ | Total |
| DK3 | 1 | 7 | 4 | 9 | 9 | 10 | 9 | 8 | 56 |
| | 2 | 3 | 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 14 |
| DO3 | 1 | 4 | 6 | 9 | 6 | 5 | 8 | 4 | 42 |
| | 2 | 6 | 4 | 1 | 4 | 5 | 2 | 6 | 28 |
| DA3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 2 | 3 | 5 | 1 | 8 | 5 | 3 | 2 | 27 |
| | 3 | 6 | 3 | 9 | 2 | 5 | 7 | 8 | 40 |
| | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| SK3 | 1 | 8 | 6 | 10 | 7 | 8 | 5 | 5 | 49 |
| | 2 | 2 | 4 | 0 | 3 | 2 | 5 | 5 | 21 |
| SO3 | 1 | 6 | 3 | 10 | 6 | 3 | 7 | 3 | 38 |
| | 2 | 4 | 5 | 0 | 2 | 7 | 3 | 6 | 27 |
| | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 5 |
| SA3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 | 9 |
| | 3 | 4 | 3 | 6 | 6 | 7 | 7 | 4 | 37 |
| | 4 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 2 | 3 | 13 |
| | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 9 |

**Çizelge 4.1.2:** Örneklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde kalan debris ve smear tabakası skorlarının istatistiksel olarak dağılımı; DK3: debris koronal üçlü, DO3: debris orta üçlü, DA3: debris apikal üçlü, SK3: smear koronal üçlü, SO3: smear orta üçlü, SA3: smear apikal üçlü.

| Grup (Mean±SD) | DK3 | DO3 | DA3 | SK3 | SO3 | SA3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RinsEndo | 1,30±0,483 | 1,60±0,516 | 2,50±0,707 | 1,20±0,422 | 1,40±0,516 | 2,80±1,398 |
| EndoVac | 1,60±0,516 | 1,40±0,516 | 2,70±0,823 | 1,40±0,516 | 1,70±0,483 | 3,70±0,949 |
| Canal Clean Max | 1,10±0,316 | 1,10±0,316 | 2,90±0,316 | 1,00±0 | 1,00±0 | 3,20±0,632 |
| MM 1500 | 1,10±0,316 | 1,40±0,516 | 2,20±0,422 | 1,30±0,483 | 1,40±0,516 | 2,80±0,632 |
| Canal Brush | 1,00±0 | 1,50±0,527 | 2,50±0,527 | 1,20±0,422 | 1,70±0,483 | 3,60±0,966 |
| Navtip Fx | 1,10±0,316 | 1,20±0,422 | 2,70±0,483 | 1,50±0,527 | 1,30±0,483 | 3,40±0,699 |
| MDI | 1,20±0,422 | 1,60±0,516 | 2,80±0,422 | 1,50±0,527 | 1,70±0,483 | 3,30±0,949 |
| Total | 1,20±0,403 | 1,40±0,493 | 2,61±0,572 | 1,30±0,462 | 1,46±0,502 | 3,26±0,943 |

Test edilen tekniklerin debris ve smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesi 1 ve 2 skorları başarılı, 3,4 ve 5 skorları ise başarısız kabul edilerek yapıldı[154].

Yapılan değerlendirmenin sonucunda koronal ve orta üçlülerin skorları değerlendirildiğinde test edilen tüm tekniklerin hem debrisin uzaklaştırılmasında hemde smear tabakasının uzaklaştırılmasında başarılı olduğu ve gruplar arasında herhangi bir istaristiksel fark olmadığı saptanmıştır.(Çizelge 4.1.1-2)

**Çizelge 4.1.3:** Örneklerin apikal üçlülerinde kalan debris skorlarının yüzde olarak dağılımı (1ve 2 skorları: başarılı; 3,4 ve 5 skorları: başarısız)

| | DA3(skorların yüzde dağılımı) | | Toplam |
|---|---|---|---|
| GRUPLAR | 1+2 | 3+4+5 | |
| RinsEndo | 40,0 | 60,0 | 100,0 |
| EndoVac | 50,0 | 50,0 | 100,0 |
| Canal Clean Max | 10,0 | 90,0 | 100,0 |
| MM 1500 | 80,0 | 20,0 | 100,0 |
| Canal Brush | 50,0 | 50,0 | 100,0 |
| Navtip Fx | 30,0 | 70,0 | 100,0 |
| MDI | 20,0 | 80,0 | 100,0 |
| Toplam | 40,0 | 60,0 | 100,0 |

**Çizelge 4.1.4:** Örneklerin apikal üçlülerinde kalan smear tabakası skorlarının yüzde olarak dağılımı(1ve 2 skorları:başarılı; 3,4 ve 5 skorları: başarısız)

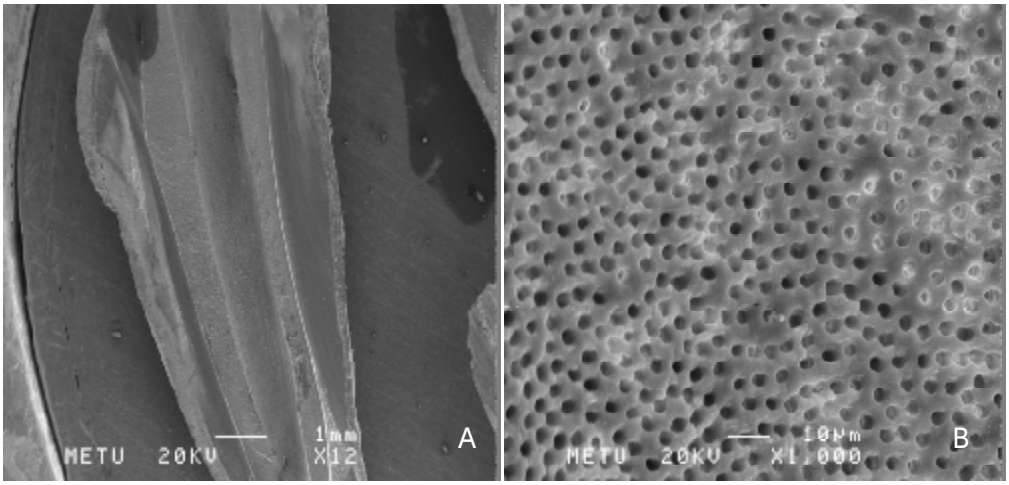
| | SA3(skorların yüzde dağılımı) | | Toplam |
|---|---|---|---|
| GRUPLAR | 1+2 | 3+4+5 | |
| RinsEndo | 40,0 | 60,0 | 100,0 |
| EndoVac | 10,0 | 90,0 | 100,0 |
| Canal Clean Max | 10,0 | 90,0 | 100,0 |
| MM 1500 | 30,0 | 70,0 | 100,0 |
| Canal Brush | ,0 | 100,0 | 100,0 |
| Navtip Fx | ,0 | 100,0 | 100,0 |
| MDI | 20,0 | 80,0 | 100,0 |
| Toplam | 15,7 | 84,3 | 100,0 |

Debrisin uzaklaştırılmasında apikal üçlülerin skorlarına bakıldığında en düşük skorlar MM 1500 grubunda gözlemlendi. En yüksek skorlar ise Canal Clean Max grubunda gözlemlendi. MM 1500 sonik sistem ile Canal Clean Max, MDI, Navitip FX grubunun skorları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<005$). Diğer gruplarla (RinsEndo, EndoVac, Canal Brush) MM 1500 sonik sİstem grubunun arasındaki fark istatisitksel olarak anlamlı değilidir.(Çizelge 4.1.3)

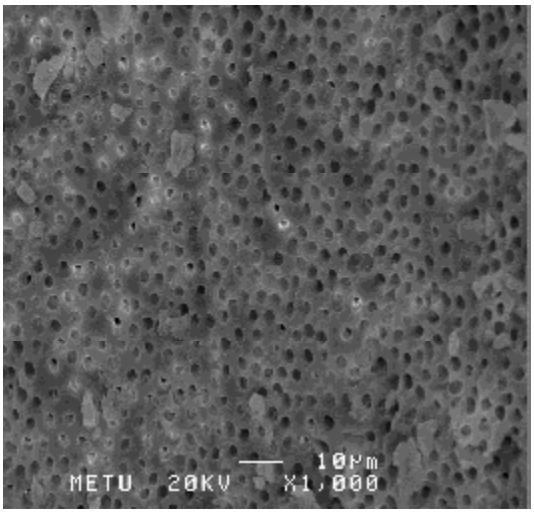
Smear tabakasının uzaklaştırılmasında gruplar arasında herhangi bir istatistiksel fark olmadığı gözlemlenmiştir.(Çizelge 4.1.4)

Şekil 4.1.1 de bir örneğin X12 büyütmede görüntüsü ve aynı örneğin X1000 büyütmedeki görüntüsü sunulmaktadır.

Tüm örneklerde yapılan SEM incelemesi sonucunda koronal üçlülerde smear debris tabakasının olmadığı ve dentin tübüllerinde bir miktar erozyon olduğu ve büyük dentin talaşları varlığı gözlemlenmiştir. (Şekil 4.1.2)




**Şekil 4.1.1:** SEM de incelenen bir örneğin X12 (A) ve X1000 (B) büyütmedeki görüntüsü

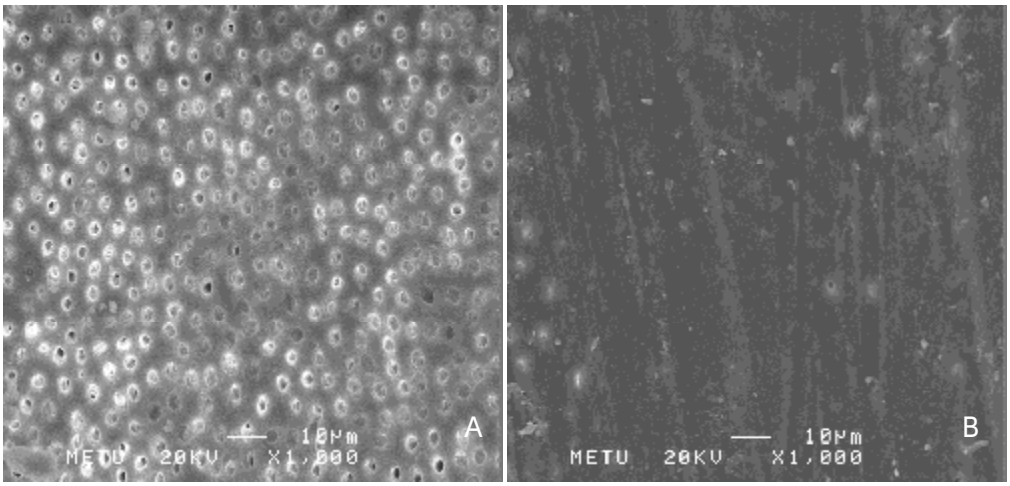



**Şekil 4.1.2:** Koronal üçlülerden alınan SEM görüntülerinden bir örnek. Bu görüntü smear skoru:1 debris skoru:1 olarak değerlendirildi.

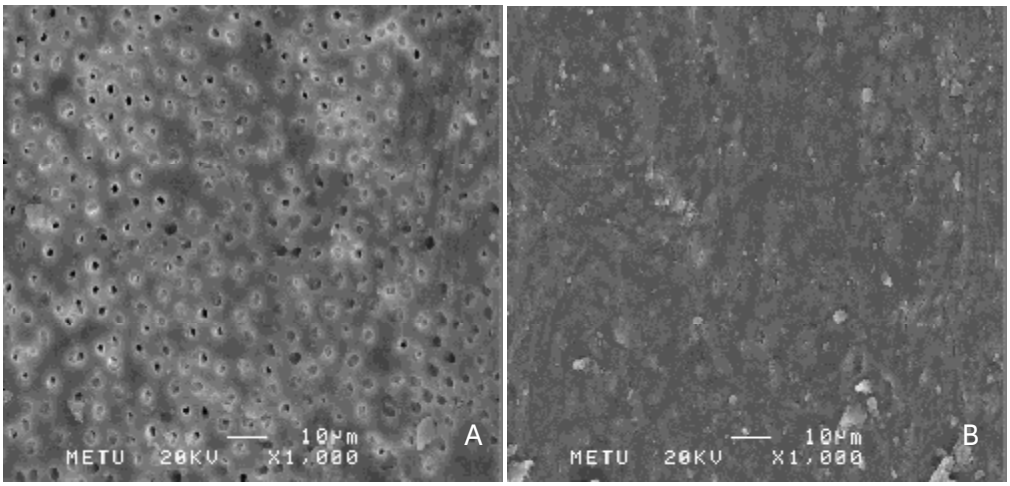
Tüm gruplardan çekilen SEM görüntülerinden orta ve apikal üçlülere ait görüntüler şekillerde sunulmaktadır (Şekil 4.1.3-9).

Şekil 4.1.10 da MM 1500 Sonik sistem ile irrige edilmiş örneklerde rispisonik eğenin kanal duvarlarını oluşturduğu izler sunulmaktadır.

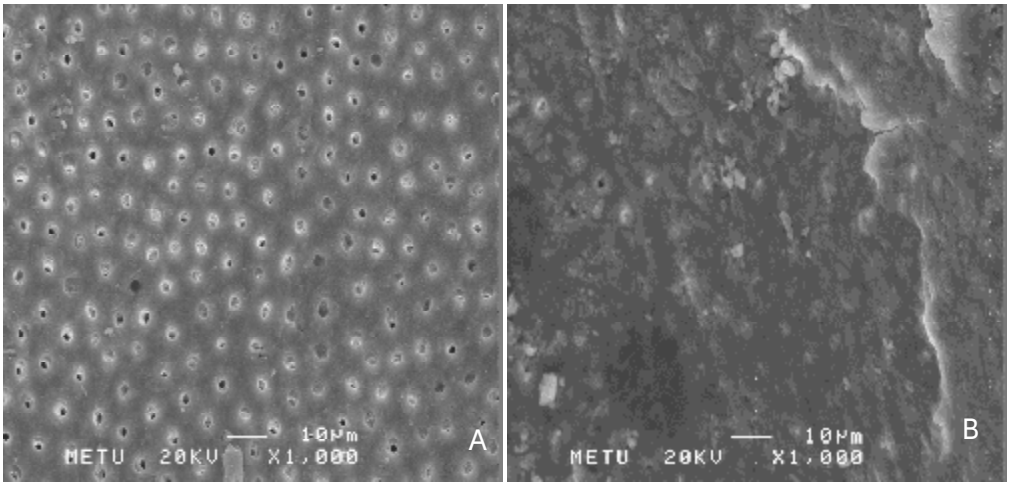
Kanal duvarlarında kalan debris ve smear tabakası değerlerinin kök üçlülerine göre dağılımı Şekil 4.1.11'de gösterilmiştir.



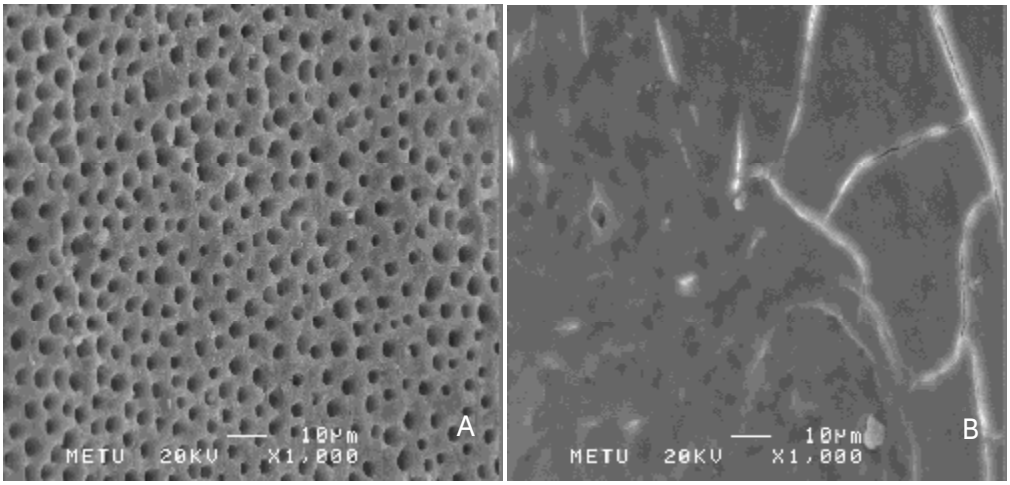

**Şekil 4.1.3:** RinsEndo grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X1000 büyütmede SEM görüntüsü. Bu görüntüler sırasıyla smear skorları:1ve 3, debris skorları: 1 ve 2 olarak değerlendirilmiştir.



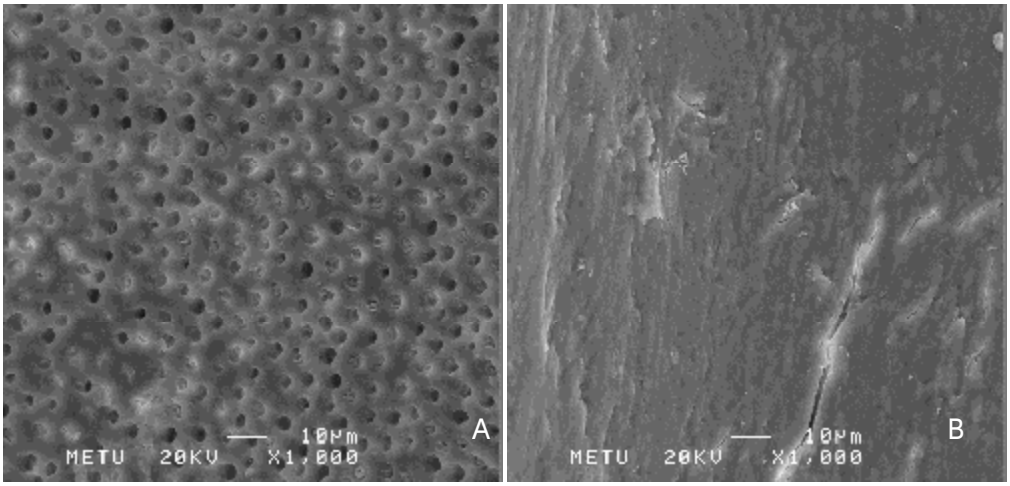

**Şekil 4.1.4:** EndoVac grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X 1000 büyütmede SEM görüntüsü. Bu görüntüler sırasıyla smear skorları: 2ve 4, debris skorları: 1ve 4 olarak değerlendirilmiştir



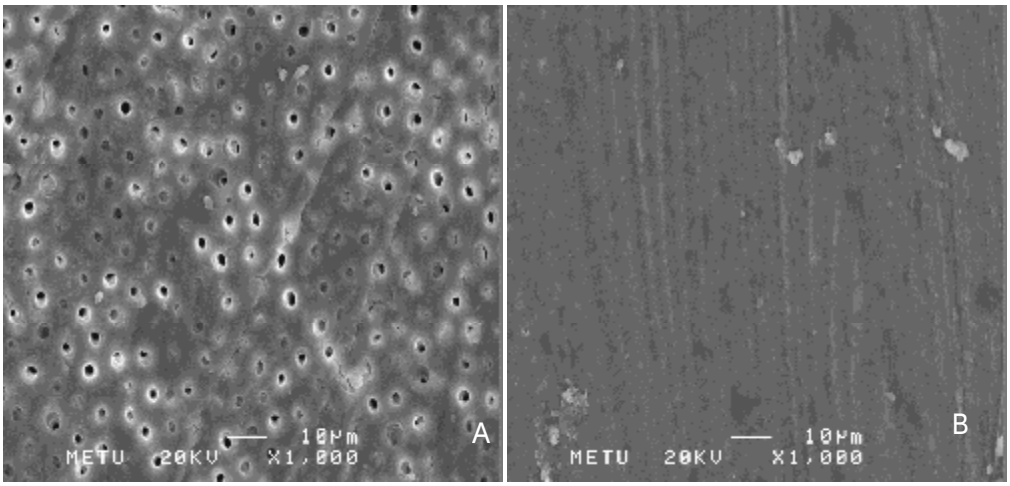

**Şekil 4.1.5:** Canal Clean Max grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X 1000 büyütmede SEM görüntüsü. Bu görüntüler sırasıyla smear skorları:1ve 4, debris skorları:1 ve 3 olarak değerlendirilmiştir.



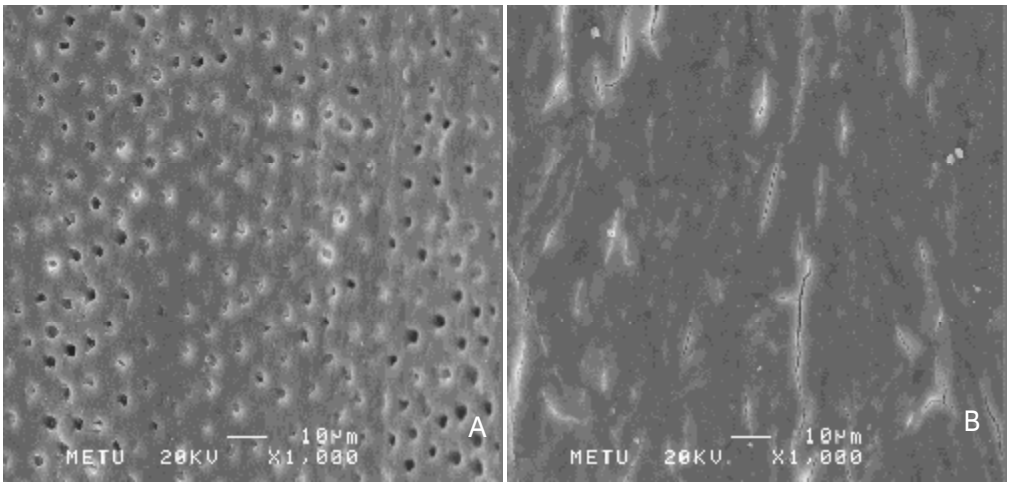

**Şekil 4.1.6:** MM 1500 grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X 1000 büyütmede SEM görüntüsü. Bu görüntüler sırasıyla smear skorları:1ve 4, debris skorları: 1 ve 1 olarak değerlendirilmiştir.



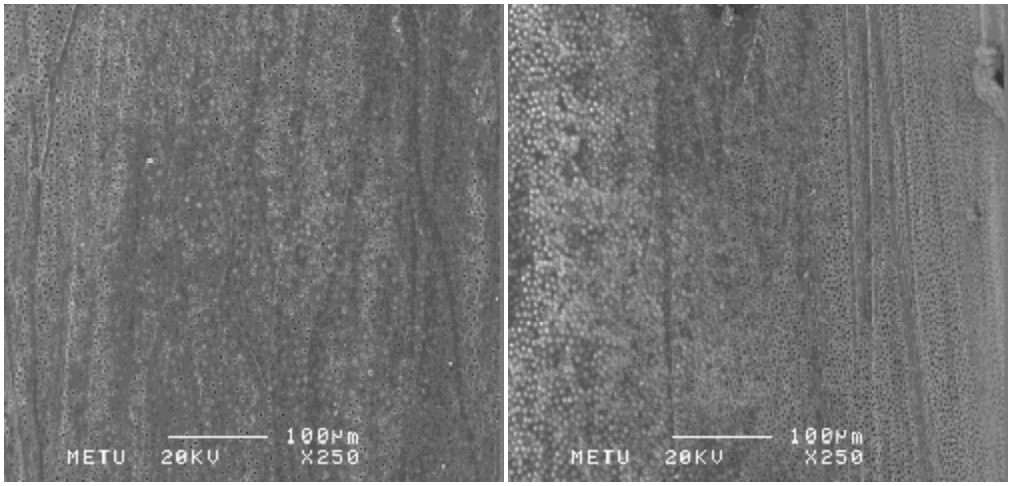

**Şekil 4.1.7:** Canal Brush grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X1000 büyütmede SEM görüntüsü. Bu görüntüler sırasıyla smear skorları: 2 ve 5, debris skorları:1 ve 2 olarak değerlendirilmiştir.



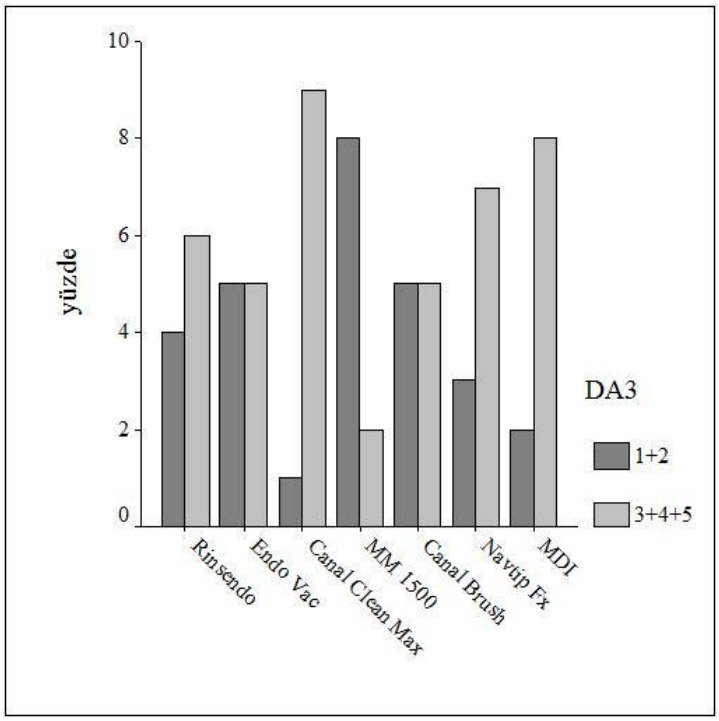

**Şekil 4.1.8:** Navi Tip FX grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X1000 büyütmede SEM görüntüsü. Bu görüntüler sırasıyla smear skorları: 2 ve 5, debris skorları:1 ve 2 olarak değerlendirilmiştir.



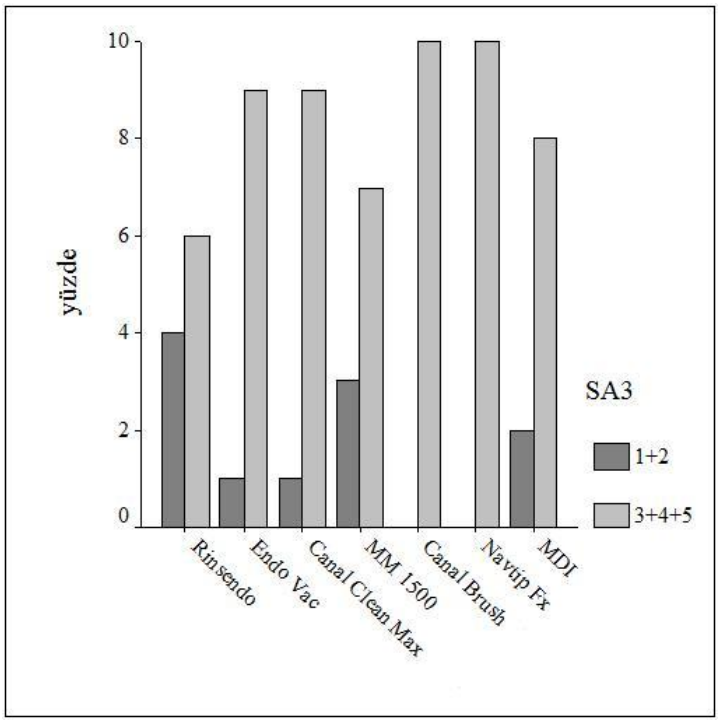

**Şekil 4.1.9**: Manuel-dinamik irrigasyon grubundaki bir örnekten orta (A) ve apikal üçlüden (B) alınan X1000 büyütmede SEM görüntüsü. Bu görüntüler sırasıyla smear skorları: 2 ve 5, debris skorları: 1 ve 3 olarak değerlendirilmiştir.




**Şekil 4.1.10**: MM 1500 sonik sistem ile beraber kullanılan rispisonik eğenin izleri (X250)




**Şekil 4.1.11:** Tüm gruplarda apikal bölgede kalan debris miktarı skorlarının yüzde olarak dağılımı




**Şekil 4.1.12:** Tüm gruplarda apikal bölgede kalan smear tabakası miktarı skorlarının yüzde olarak dağılımı

### 4.2. Çeşitli İrrigasyon Tekniklerinin Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırılmasına Etkisi

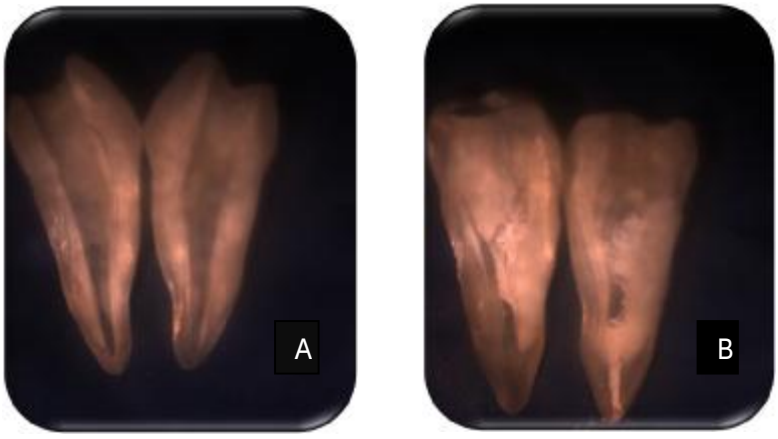
Çizelge 4.2.1.'de örneklerde kalan kalsiyum hidroksit miktarının ortalama değerleri sunulmaktadır. En düşük değerler MM 1500 ve Canal Brush grubunda gözlemlendi. MM 1500 grubuyla diğer gruplar arasındaki Canal Brush grubu hariç istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p<0.02$). En fazla kalsiyum hidroksit artığı ise EndoVac grubunda kaldığı gözlemlendi.

**Çizelge 4.2.1:** Örneklerde kalan kalsiyum hidroksit miktarının ortalama alan değerleri

| GRUP | Mean±SD | Median | Minimum | Maximum |
|---|---|---|---|---|
| RinsEndo | 7,18±5,13* | 6,37 | 0,00 | 14,90 |
| EndoVac | 9,17±4,49* | 9,88 | 1,88 | 17,30 |
| Canal Clean Max | 7,26±5,79* | 5,76 | 1,29 | 17,62 |
| MM1500 | 1,57±1,12 | 1,17 | 0,48 | 3,31 |
| Canalbrush | 5,27±5,89 | 2,05 | 0,00 | 15,46 |
| Navi Tip FX | 6,93±8,33* | 3,61 | 0,57 | 26,33 |
| Kontrol | 8,82±5,83* | 9,09 | 2,73 | 17,90 |

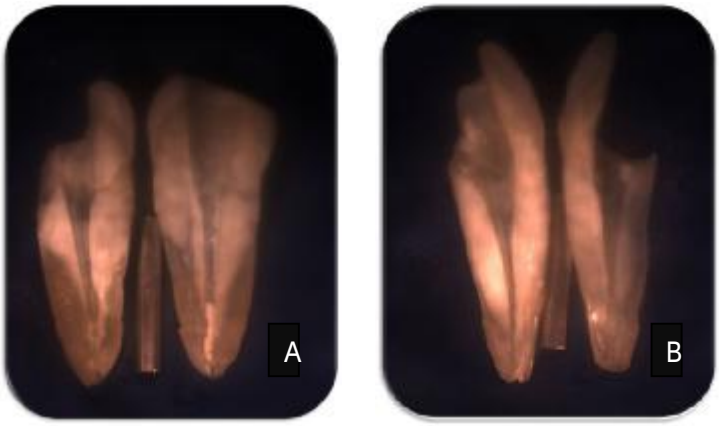
* MM1500 ile arasında istatistiksel olarak fark olan gruplar ($p< 0.02$)

Şekil 4.2.1' de enstrumantasyonun kontrolu için pat gönderilmeden bırakılan negatif kontrol örneğinin ve kalsiyum hidroksitin tüm kök kanalı yüzeyine iletimini kontrol etmek için patın yıkanmadan bırakıldığı pozitif kontrol örneği görüntüleri sunulmaktadır.




**Şekil 4.2.1:** Kontrol grupları; A, negatif kontrol; B, pozitif kontrol

Şekil 4.2.2’ de kalsiyum hidroksit artığı kalmış bir örneğin ve artık kalmamış bir örneğin görüntüleri sunulmaktadır.




**Şekil 4.2.2:** A, pat artığı kalmış örnek; B, tamamen temizlenmiş örnek

### 4.3. Kök Kanal Dolgusunun Sökülmesinde Farklı İrrigasyon Tekniklerinin Değerlendirilmesi

Çizelge 4.3.1’de kök kanal dolgusu sökülürken enstrumantasyon ile farklı irrigasyon tekniklerinin beraber kullanımı sonucunda kalan dolgu materyali artıklarının farklı gruplardaki ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. En düşük değerler Navi tip FX grubunda ve en yüksek değerler EndoVac grubunda gözlemlenmiş olmasına rağmen gruplar arasında istatistiksel bir fark gözlemlenmedi($p>0.05$).

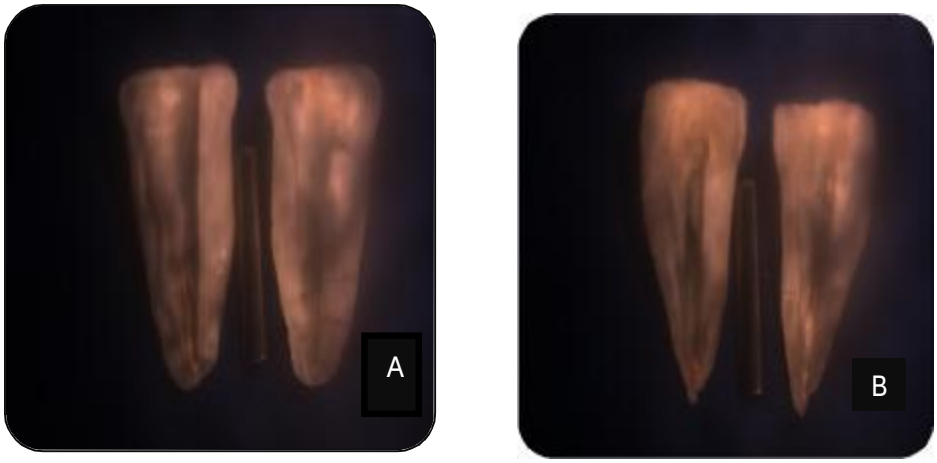
**Çizelge 4.3.1:** Kalan kanal dolgu materyali miktarı

| GRUP | Ort ± SD |
|---|---|
| RinsEndo | 3,5360±2,74783 |
| EndoVac | 10,7540±9,12773 |
| Canal Clean Max | 3,7450±2,86262 |
| MM1500 | 4,8970±4,26387 |
| Canal Brush | 3,6790±4,16402 |
| Navi Tip FX | 3,4220±2,90178 |
| Kontrol | 6,7620±5,79443 |

Kök kanal dolgularının sökümünün kontrolü için alınan okluzal radyograf örneği Şekil 4.3.1'de sunulmaktadır. Şekil 4.3.2'de ise kök kanal dolgusunun sökülürken enstrumantasyon ile farklı irrigasyon tekniklerinin beraber kullanımı sonucunda dolgu materyali artığı kalmış örneklerin dijital kamera ile çekilmiş görüntüleri sunulmaktadır.

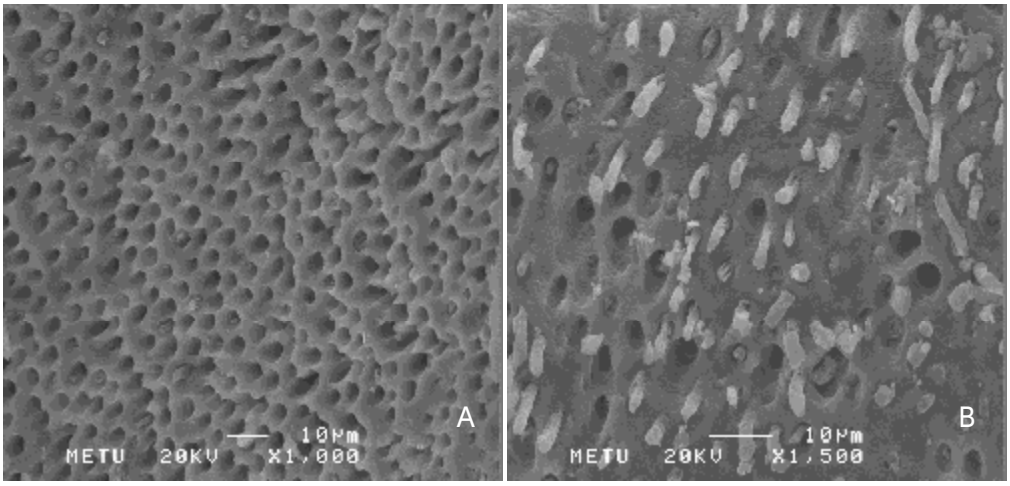


**Şekil 4.3.1**: Kanal dolgusunun sökümü sonrası çekilen kontrol radyografı

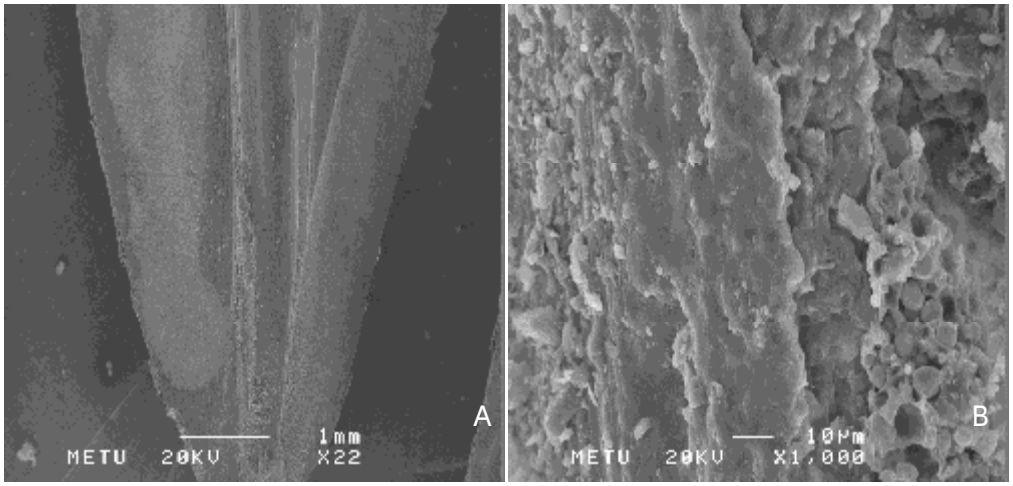



**Şekil 4.3.2:** A-B, Kanal dolgusu artığı kalmış örnekler

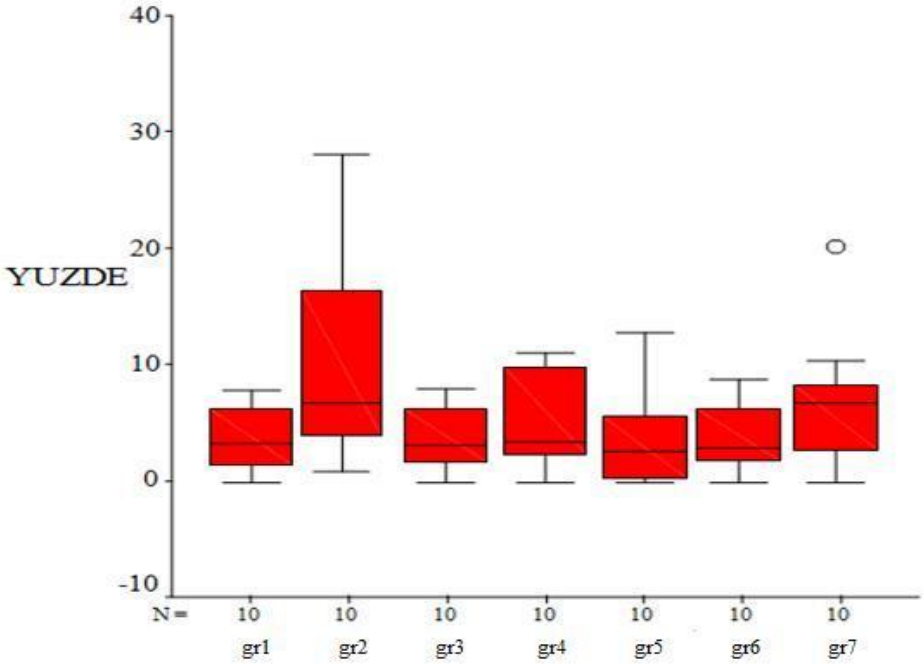
Kök kanal dolgusu sökümü sonrasında örneklerin bazılarından kök kanalının koronal,orta ve apikal üçlülerinden çekilmiş SEM görüntüleri Şekil 4.3.3 ve 4.3.4'te sunulmaktadır. Şekil 4.3.5'de kalan kök kanal dolgusu yüzde değerlerinin gruplara göre dağılımı sunulmaktadır.




**Şekil 4.3.3:** Kök kanal dolgusunun sökümü sonrasında smear tabakası uzaklaştırılmış örneklerden koronal (A) ve orta (B) üçlülerinden alınan SEM görüntülerinde dentin tübüllerinde kalan pat artıkları




**Şekil 4.3.4:** Kök kanal dolgusunun sökümü sonrasında smear tabakası uzaklaştırılmış örneklerden birinin apikal üçlüsünden alınan X22 de (A) ve X1000 (B) SEM görüntüleri




**Şekil 4.3.5:** Kalan kanal dolgusu değerlerinin gruplara göre dağılımı (gr1: RinsEndo, gr2: EndoVac, gr3: Canal Clean Max, gr4: MM 1500, gr5: Canal Brush, gr6: Navi Tip FX, gr7: Maneul-dinamik irrigasyon)

# 5. TARTIŞMA

Yaptığımız çalışmalarda yeni üretilmiş irrigasyon tekniklerinin (RinsEndo, EndoVac, Canal Clean Max, MM 1500 sonik sistem, Canal Brush, Navi Tip FX) kök kanalından smear tabakası, debris, kalsiyum hidroksit uzaklaştırılması ve kök kanal dolgusunun sökümüne etkisini araştırdık.

Çalışmamızda kullanılan irrigasyon tekniklerinin smear ve debris uzaklaştırılması etkinliği araştıran kısmında koronal ve orta üçlülerin skorlarına bakıldığında tüm sistemlerin başarılı olduğu saptanmıştır. Apikal kısımların skorlarına bakıldığında ise debrisin uzaklaştırılmasında en başarılı tekniğin MM 1500 sonik sistem olduğu görülmüştür. Fakat apikal bölgede smear tabakasının uzaklaştırılmasında tüm sistemler başarısız olduğu saptanmıştır.

Düz köklü dişlerde apikalin çok genişletilmesinin kök kanalındaki bakteri sayısını azalttığı ve irrigasyonun etkinliğini arttırdığı bilinmektedir. Buna ilaveten, irrigasyon ve ajitasyon aletlerinin çalışma boyundan 1-2 mm kısa kullanılmasının irrrigasyonun etkinliğini ve debris uzaklaştırılması etkinliğini arttırdığı gösterilmiştir[154].

EndoVac irrigasyon sistemi üreticinin önerisine uygun olarak aspirasyon için dental ünitin cerrahi tükrük emicisine bağlanarak kullanıldı. RinsEndo ve Canal CleanMax sistemleri ise üreticilerinin önerilerine uygun olarak dental unite bağlandı ve solüsyonun aspirasyonu için dental ünitin cerrahi tükrük emicisi kullanıldı. MM 1500 sonik sistem de mikromotor benzeri bir başlık olduğu için ve üreticisinin önerisi doğrultusunda dental unite bağlanarak kullanıldı. Canal brush bir endodontik motora takılarak 600 r.p.m. de kullanıldı.

Literatürde Canal CleanMax ile ilgili herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu sisteminin aspirasyon ucunun en apikal noktasının çapı # 60 nolu eğe ile aynıdır. Bu uç üreticinin önerisi doğrultusunda apikalden 1mm kısada kullanıldığında kanalın o noktadaki çapı ile aspirasyon ucunun çapı aynı olmaktadır. Ayrıca, Shin et. al.[155] yaptıkları çalışmada düz ve tek kök kanallarının apikal genişlği 25-60 olacak şekilde genişletildiğinde irrigasyon sistemine bakmaksızın kök kanallarının temizliğinin sağlandığını göstermişlerdir. Bu nedenle, irrigasyonun etkinliğini arttırmak ve Canal

CleanMax sistemini etkili bir şekilde değerlendirmek için örneklerin apikal çapı 50 olacak şekilde hazırlandı.

İrrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin konsantrasyonuna ve hacmine bağlı olduğu bilinmektedir[14]. Bu nedenle çalışmamızda, %17'lik EDTA ve 10 ml %5,25'lik NaOCl kullanıldı.

İrrigasyonun süresi kök kanalının dezenfeksiyonunda önemli faktörlerden biridir. Fakat çalışmamızda test ettiğimiz irrigasyon sistemlerinin çalışma mekanizmalarının farklılığı göz önüne alınarak solüsyon miktarını standartize etmek amacıyla irrigasyon süresini değerlendirmedik.

Bu sistemlerin antibakteriyel etkinliğini değerlendiren çalışmalara bakıldığında ise; Mc GİIl et al.[73] ex vivo modelden kollagen 'biyo-moleküler filmi' uzaklaştırılmasını inceledikleri çalışmada RinsEndo yu önemli olarak statik irrigasyondan daha etkili fakat manuel-dinamik irrigasyondan daha etkisiz bulmuşlardır. Brito et. al.[156] üç irrigasyon tekniğinin kanal içindeki *E.faecalis* populasyonunu azaltmadaki etkinliğini değerlendirmek için yaptıkları çalışmada konvensiyonel irrigasyon, Endoactivator sonik sistem ile yapılan son irrigasyon ve EndoVac sistemi ile yapılan irrigasyon arasında herhangi bir fark bulamamışlardır. Bununla beraber; Townsend ve Maki[157] plastik simüle kanallarda *E.faecalis*'in uzaklaştırılmasında ultrasonik ajitasyonun kanül ve EndoVac ile yapılan irrigasyondan önemli olarak daha etkili olduğunu göstermişlerdir. Miller ve Baumgartner[158]'ın yaptıkları çalışpmanın sonucunda negatif basınçlı irrigasyon (EndoVac) ile pozitif basınçlı irrigasyonun antibakteriyel etkinlikleri açısından herhangi bir farkları olmadığını söylemişlerdir.

Hauser et. al.[62] yaptıkları çalışmada RinsEndo ile yapılan hidrodinamik yıkamanın irrigasyon solüsyonunun dentin duvarlarına penetrasyon derinliği etkinliği arttırdığını fakat yüksek oranda apikal ekstruzyona neden olduğunu göstermişlerdir. Mitchell et. al.[159] yaptıkları çalışmaların sonucunda EndoVac ile yapılan irrigasyon sonrasında solusyonun apikal ekstruzyonun ihtimalinin çok az olduğunu; Desai ve Himel[160.] solüsyonun apikalden hiç ekstrüze olmadığını göstermişlerdir. RinsEndo ile çalışlırkan apikal solüsyonun ekstrüze olduğu bilinmektedir[160]. Çalışmamız sırasında da apikal taşkınlığı değerlendirmemiş olmamıza rağmen RinsEndo kullanıldığında irrigasyon solüsyonlarının taşabileceği gözlemlendi.

Rodig et. al.[161] düz kanallarda oluşturulmuş standart yivlerden debris uzaklaştırılmasında ultrasonik irrigasyonu, RinsEndo ve şırınga irrigasyonundan daha etkili bulmuştur. G.Caron et. al.[83] eğri kanallarda son irrigasyon rejimi, ile smear tabakasının uzaklaştırılmasını araştırdığı çalışmada irrigasyon esnasında sıvı hareketi oluşturan irrigasyon tekniklerinin (Manuel-dinamik irrigasyon, sonik irrigasyon) smear tabakasının kaldırılmasında sıvı hareketi oluşturmayan tekniklerden daha etkili olduğunu göstermişlerdir. R.Vivan et. al.[162] yaptıkları çalışmada arasında herhangi bir fark bulamamışlardır. Bu çalışmada ise gruplar arasında sadece sonik yöntem apikal bölge debrisin uzaklaştırılmasında daha etkili bulunmuştur.

Nielsen ve Baumgartner[104], Siu ve Baumgartner[163] ve Shin et. al.[155] yaptıkları çalışmalarda EndoVac'ın apeksten 1 mm geride kullanıldığında kök kanalının dezenfeksiyonda da şırınga irrigasyonuna göre daha etkili olduğunu göstermişlerdir.

EndoVac irrigasyon sistemini kullanırken mikro kanül sıklıkla tıkanmaktadır. Bu nedenle makro kanül kullanımının en önemli amaçlarından biri daha küçük olan mikro kanül kullanımına geçmeden uzaklaştırılabilindiği kadar çok debris uzaklaştırılmasıdır[2,104]. Bu nedenle, çalışmamızda mikrokanül # 35 nolu eğeden sonra kullanıldı.

Sabin et. al.[81] pasif sonik ve ultrasonik irrigasyon sonrasında kalan debris miktarını değerlendirdikleri çalışmada her iki irrigasyon grubunda da kontrol grubuna göre daha az debris kaldığını göstermişlerdir. Sonik ve ultrasonik sistemlerin bu etkinliğini eğenin etrafında oluşan akustik akım sağlar. Pasif terimi ise eğenin duvarlar arasında sıkışmadan serbestçe hareket etmesi anlamındadır. Bu nedenle sonik ve ultrasonik sistemlerde eğenin kanal içinde rahat hareket edebilmesi için en ideali en küçük eğenin kullanılmalıdır[33]. Bu nedenle bu çalışmada MM 1500 Sonik sistemi kullanırken en küçük 15 numaralı rispisonik eğe kullanıldı.

Garip et. al.[164] yaptıkları Canal Brush kullanımı sonrasında smear tabakasının uzaklaştırılmasını değerlendirildiği çalışma sonucunda Canal Brush kullanımı sonrasında kök kanal duvarlarının şırınga irrigasyonuna göre daha iyi temizlendiği fakat bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını söylemişlerdir. Rödig et. al.[154] yaptıkları çalışmada eğri kanallarda ultrasonik, EndoActivator ve CanalBrush ile EDTA ve NaOCl ajitasyonunun smear tabakası ve debris uzaklaştırılma etkinliğini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda kanallarının eğri kısmında ajitasyon

yapılmayan (kontrol) grup ile diğer gruplar arasında herhangi bir istatistiksek fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Fakat kanalların düz koronal kısımlarında ise ajitasyon yapılan gruplarda (ultrasonik, EndoActivator ve CanalBrush) kök kanalının kontrol grubuna göre istaistiksel olarak daha etkili temizlenmiştir[154].

Al-Hadlaq et. al.[71] yaptıkları çalışmada Navitip-FX ile irrigasyon yapılan örneklerde kök kanalının tüm üçlülerinde kontrol grubuna (Navi-Tip fırçasız irrigasyon kanülünün kullanıldığı grup) göre daha iyi temizlediğini fakat sadece koronal kısımda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermişlerdir.

Susin et. al.[165] kapalı sistemde MDI ve EndoVac ile kanal ve istmusların debrimentini araştırdıkalrı çalışmanın sonucunda her iki ajitasyon takniğini de kanalın debrimentinde başarılı bulmuşlardır. İstmusların debrimentinde ise EndoVac daha başarılı bulunmuştur. Bunun nedeninin, MDI ile hareket ettirilen gaz baloncuğunun istmuslarda şıkımış olması olduüu düşünülmektedir.

Mayer at el.[166] yaptıkları çalışmada NaOCl in ve EDTA'nın ultrasonik aktivasyonunun düz kanallarda debris ve smear skorlarını azaltmadığını göstermişlerdir. Tam tersi olarak; birçok eski çalışmada ultrasonik irrigasyonun şırınga irrigasyonuna ve sonik irrigayona göre debris uzaklaştırılmasında daha etkili olduğu gösterilmiştir[81,82,87]. Bunun nedeninin, sonik sistemlerin ultrasonik sistemlerden daha az frekans ve makaslama stresi oluşturduğu bilinmektedir. Bu nedenle, sonik sistemlerin ultrasonik sistemlere göre daha uzun süre kullanımının aynı etkinliği oluşturacağı düşünülmektedir[2]. Bu çalışmada kullanılan MM 1500 sonik sistemin etkinliğini arttırmak için Mayer et. al.[166] ın 1 dakikalık ultrasonik irrigasyonu yerine 30 sn'lik periodlarla 4 defa olmak üzere toplam 2 dakikalık bir sonik irrigasyon yapıldı.

Çalışmamızın irrigasyon tekniklerinin kök kanalından kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması etkinliğini araştıran kısmında en düşük değerler MM 1500 grubunda ve en düşük ikinci değerler ise Canal Brush grubunda gözlemlendi. Bu iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.02$). MM 1500 grubuyla diğer gruplar arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı olmasına ($p< 0.02$) rağmen Canal Brush ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.02$).

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda kök kanalından kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması için denenen hiçbir yöntem patı tam olarak uzaklaştıramamıştır. Bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak hiçbir yöntem patı tam olarak

uzaklaştıramamış olsa da MM 1500 sonik sistem yine literatürle uyumlu olarak ve diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklı olarak en etkili bulunmuştur

Önceki çalışmalarda; kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarı kanal duvarlarındaki artıkların alanının $mm^2$ olarak hesaplanması ile, skorlama ile, SEM ile, spiral CT ile hacim analizi yapılarak, mikro-CT kullanılarak değerlendirilmiştir[10,137-148]. Çalışmamızda Kenee et al.[140] ın hesapladığı gibi kök kanalının total alanını ve kalan artık alanını $mm^2$ olarak hesaplayıp yüzde değeri ile sonuçlarımızı değerlendirdik.

Yapılan bir çalışmada %42'lik ve %95'lik konsantrasyonlarda kalsiyum hidroksit preparatı kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda pattaki kalsiyum hidroksit içeriğinin kök kanalı duvarlarından uzaklaştırılmasına herhangi bir etkisi olmadığını gösterilmiştir[138]. Bu nedenle çalışmamızda kliniklerde daha çok tercih edilen kök kanalına gönderilen pat toz ve likit karıştırılarak kullanıldı.

Lambrianidis et al.[138] yaptıkları çalışmada patı uzaklaştırmak için # 25 nolu eğe ile serum fizyolojik, NaOCl ve tetrasodyum EDTA beraber kullanmışlardır ve hiçbir metodu etkili bulmamışlardır. Salgado et al.[142] ise patı uzaklaştırmak için %0,5'lik NaOCl, EDTA-C, %15'lik sitrik asit, %17'lik EDTA-T ve MAF- NaOCl-EDTA-T yi kullanmışlardır ve en iyi sonuçları solüsyon olarak EDTA-T nin kullanıldığı her iki grupta; en iyi sonucu ise EDTA-T' nin MAF ile beraber kullanıldığı grupta elde etmişlerdir. Da Silva et al.[148] tüm örneklerde 15 ml serum fizyolojik ve MAF kullanımı ile beraber 5 ml %2,5'lik NaOCl, % 17'lik EDTA-T ile 3 dakikalık, %10'luk sitrik asit ile 30 sn'lik ve %37'lik fosforik asit 30 sn lik irrigasyon yaparak kalsiyum hidroksiti kök kanalından uzaklaştırılmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmada kök kanalının dezenfeksiyonunda en kritik bölge olan apikal üçlüde EDTA-T ve fosforik asit diğer solüsyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha etkili bulunmuştur. Bunun nedeninin bu solüsyonların kalsiyum iyonlarıyla reaksiyona girip çözülebilir kalsiyum şelatları oluşturması olabilir. Bu çalışmaların sonuçlarına bakıldığında kullanılan solüsyona bakılmaksızın kök kanalında pat artıkları kaldığı belirtilmiştir. Bu çalışmamızda bu nedenle kök kanallarının irrigasyonu için kliniklerde en çok kullanılan NaOCl ve serum fizyolojik kullanıldı.

Literatüre bakıldığında döner aletler ile kalsiyum hidroksitin uzaklaştırıldığı iki çalışma olduğunu görmekteyiz. İki Ni-Ti döner eğe (25 ebatında 0.06 taperli K3 Endo ve Protaper F1 eğe) ve iki irrigasyon solüsyonu (%2,5'lik NaOCl ve %17'lik EDTA) ile

beraber kullanıldığı bir çalışmanın sonucunda, kullanılan irrigasyon solüsyonuna bakmaksızın Protaper F1 eğe K3 Endodan daha üstün bulunmuştur[141]. Kenee et al.[140] yaptıkları çalışmada dört şekilde kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmışlardır. Tüm gruplarda 5 ml NaOCl ve MAF kullanılmış; ikinci grupta buna ek olarak 2,5 ml EDTA; üçüncü grupta Profile F4, dördüncü grupta ise # 15 nolu eğe ile ultrasonik irrigasyon yapıldıktan sonra tüm gruplarda son irrigasyon 5 ml % NaOCl ile yapılmış. Bu çalışmanın sonucunda yine diğer çalışmalarla uyumlu olarak el eğelerinin ve irrigasyon solüsyonları kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmada tek başlarına çok etkili olmadığı gösterilmiştir. Ek olarak döner ve ultrasonik aletlerin kullanımı ile kalsiyum hidroksit kök kanalının daha etkin olarak uzaklaştırılmasını sağlanmıştır.

Pasif ultrasonik irrigasyonunun dentin debrisini uzaklaştırmakta şırınga irrigasyonuna göre daha etkili olduğu bilinmektedir. Van der Sluis et al.[143] kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılma etkinliğini değerlendirildiği çalışmalarının sonucunda NaOCl ile yapılan PUI nu, su ile yapılan PUI na ve şırınga irrigasyonuna göre daha etkili bulmuşlardır. Tam tersi olarak; Balvedi et al.[137] yaptıkları çalışmanın sonucunda kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında koronal ve orta üçlülerde PUI nu şırınga irrigasyonuna göre daha etkili bulmalarına rağmen apikal üçlüde iki irrgasyon rejimi arasında herhangi bir istatistiksel fark olmadığını belirtmişlerdir.

Wiseman et al.[10] yaptıkları çalışma ile aynı hacimde irrigasyon solüsyonu ve aynı döner aletleri kullandıktan sonra aynı sürede hem sonik irrigasyonun hem de ultrasonik irrigasyonun kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması üzerine etkinliğini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda 3 defa 20 sn olmak üzere toplam 60 sn yapılan ultrasonik irrigasyonu kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmada sonik irrigasyondan daha etkili bulmuşlardır. Sonik sistemler ultrasonik sistemlerden daha az frekans ve makaslama stresi oluşturur. Bu nedenle sonik sistemlerin ultrasonik sistemlere göre daha uzun süre kullanımının aynı etkinliği oluşturacağı düşünülmektedir[2]. Çalışmamızda MM 1500 sonik sistemi 2 defa 60 sn olmak üzere toplam 2 dakika kullanıldı ve de bu sistemi kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında deiğer yöntemlerden daha etkinli bulundu.

Taşdemir et al.[144] ın yaptıkları çalışmada MAF ve 10 ml %2,5'luk NaOCl kullanımı ek olarak 30 sn lik Canal brush kullanımının, 30 sn'lik PUI yapılmasının, ve %17'lik EDTA ile irrigasyon yapılmasının kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasına

etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada da önceki çalışmalara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Solüsyonun tipi etkili olamamakla beraber Canal Brush ve PUI grupları diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha etkili bulunmuştur[144].Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızızn sonuçlarını desteklemektedir.

Deneylerimiz esnasında RinsEndo sisteminin kullanırken 10 örneğin 3'ünde irrigason solüsyonun apikal taştığı gözlemlendi. EndoVac grubunda ise mikrokanül kullanılırken bazı örnekler de apikale ulaşılamadı ve 5 örnekten sonra hasta seti değiştirildi. Canal brush ise çok çabuk deforme olduğu için her kullanımdan sonra kontrol edildi ve 2 örneğe bir değiştirildi. Canal Clean Max sisteminin aspirasyon ucu ise el eğesi ikinci defa kullanıldıktan sonra çalışma boyuna ulaşılabildi. NaviTip FX grubunda fırça kıllarının deformasyonu her kullanımdan kontrol edildi ve 4 örnekte bir fırça değiştirildi.

Bizim çalışmamızda literatürle uyumlu olarak kök kanalından kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında MM 1500 sonik sistem en etkili bulunmasına rağmen; diğer çalışmalardan farklı olarak el eğesi olarak MAF olan # 50 eğe değil # 25 nolu eğe kullanılmıştır. Çünkü Goldberg et al.[167] ın yaptığı çalışma sonucunda kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında MAF kullanımı ile kanalda transportasyon oluşturduğunu göstermişlerdir. Küçük numara el eğesi sadece patı yumuşatabilmek ve çalışma boyuna ulaşabilmek için kullanıldı. Amacımız el eğesinin kalsiyum hidroksiti uzaklaştırma etkinliğini çalışmamız dışında bırakıp sadece irrigasyon tekniklerinin etkinliğini görebilmek ve sonik irrigasyonu ve ultrasonik irrigasyonu test eden diğer çalışmalara kıyasla sonik irrigasyonu daha uzun kullanarak sistemi en etkili haliyle değerlendirmekti. Canal brush kullanımında ise fırça etkinliğini değerlendirildiği çalışmalarda fırça belirli bir süre ile kullanılmıştır[164,144]. Bu çalışmada tüm kök kanalı duvarlarına temasını standardize etmek için fırçayı tüm duvarlara temas edecek şekilde 3 tur kullandık.

Deneylerimiz esnasında EndoVac sistemi kullanılırken makro ve mikro kanüller sıksık tıkanmıştır. Bu işlem süresini uzatmaktadır. En düşük değerlerin EndoVac grubunda elde edilmiş olmasının nedeninin kanüllerin çok sık tıkanması olabileceği düşünülmektedir. Bu sistem geniş kanallarda ve açık apeksli dişlerde sadece makrokanülün kullanımı daha etkili olabilir. Aralarında istatistiksel bir fark olmamasına rağmen Canal Clean Max grubunu değerleri EndoVac grubundan daha düşüktür. Canal

Clean Max sisteminin aspirasyon ucunun daha rijit olması ve daha az tıkanması çalışmamızda kullandığımız düz ve geniş kanallarda aynı mekanizma ile çalışan bu iki sistemden Canal Clean Max grubunda daha az artık kalmasına neden olmuş olabilir.

Çalışmamızın irrigasyon tekniklerinin kök kanal dolgusunun sökümüne etkisinin araştırıldığı kısmında en düşük değerler Navi Tip FX grubunda ve en yüksek değerler ise EndoVac grubunda gözlemlenmiş olmasına rağmen tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Kök kanal tedavisinin tekrarında; yetersiz kök kanal dolgusu tamamen uzaklaştırıldıktan sonra kök kanal sisteminin yeniden preparasyonu, dezenfeksiyonu ve kanal dolgusunun yenilenmesi amaçlanır[168]. Eski kanal dolgusunun sökülmesinde el eğeleri, döner aletler, ısı sistemleri, ultrasonik sistemler, çözücüler ve lazer kullanılmaktadır[169].

Kök kanal dolgusunun el eğeleri ile sökümü özellikle de dolgu iyi kondanse edilmiş ise çok yorucu ve zaman alıcı bir işlemdir[170]. Döner aletlerin kullanımı işlem süresini kısalttığı için el eğelerinin kullanımına alternatif olarak düşünülmektedir. Sağsen et. al.[171] yaptıkları çalışmada kök kanal tedavisi tekrarında kök kanal duvarlarından dolgu materyalini uzaklaştırmak için kullanılan Profile, ProTaper, Mtwo döner Ni-Ti sistemler ve el eğelerinin etkinliği arasında istatistiksel olarak fark olmadığını rapor etmişlerdir. Buna karşın, Saad et. al.[172] kök kanal dolgusunun K3, Protaper ve Hedström ele eğeleri ile söküm etkinliğini araştırdıkları çalışmanın sonuncunda döner Ni-Ti sistemlerin daha etkin olduğunu rapor etmişlerdir.

Bazı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda ise kök kanal dolgusunun döner aletlerle sökülmesinden sonra dentin duvarlarında rezidüel artıkların kaldığı, Ni-Ti eğelerin kırılma oranının yüksek olduğu ve retreatment sırasında kanal duvarlarında çatlak oluşumuna neden olabileceği gösterilmiştir[169,172-174].

Döner Ni-Ti sistemlerin bu dezavantajlarını elimine etmek için kök kanal dolgusunun sökümünde kullanılmak üzere özel Ni-Ti sistemler geliştirilmiştir. Bunlar; R-Endo (Micro-Mega, Besançon, Fransa), Protaper Universal Retreatment eğeleri (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Mtwo R (VDW, Munih, Almanya) eğeleridir[175]. Somma et. al.[12] yaptıkları çalışmada guta-perka, Resilon, Endorez kök kanal dolgu materyallerinin Protaper retreatment eğeleri, Mtwo R eğeleri ve el eğeleri ile söküm etkinliğini arasında herhangi bir istatistiksel fark olmadığını fakat döner Ni-Ti

sistemlerin daha güvenli ve hızlı olduğunu rapor etmişlerdir. Sonuç olarak literatüre bakıldığında hiçbir yöntemin tek başına kök kanal dolgusunu kanaldan tam anlamıyla uzaklaştıramadığı görülmektedir[12,168-173,176,177]

Çalışmamızda kök kanallarını #50'ye kadar genişlettiğimiz ve R-Endo sisteminin en büyük eğesi RS in apikal çapı 30 olduğu için RS in kullanımında sonra 35-50 el eğeleri kullanılarak kök kanal dolgusunun söküm işlemleri tamamlandı.

Eski kanal dolgusunu uzaklaştırmak için çözücülerin kullanımının yararlı olup olmadığı tartışmalıdır. Horvath et. al.[178] yaptıkları çalışmada; kök kanal dolgusu sökümü esnasında çözücüler kullanıldığında kök kanalı duvarlarında ve dentin tübüllerinde daha fazla dolgu materyali artığı kaldığını göstermişlerdir. Çözücülerin sadece çalışma boyuna ulaşılmadığında kullanılmasını önerdikleri için çalışmamızda çözücü kullanılmamıştır.

Önceki çalışmalarda, kök kanal dolgusunun söküm işlemleri tamamlandıktan sonra kalan dolgu materyali miktarı radyograflarla, bilgisayarlı tomografi ile veya dişlerin şeffaflaştırılması ile incelenmiştir[168,169,176,177,179]. Dişlerin longitudunal olarak ikiye ayrılıp operasyon mikroskobu ve bir skor skalası kullanılarak incelendiği çalışmalar da bulunmaktadır[180]. Çalışmamızda Taşdemir et. al.[11]nın yaptıkları çalışmada olduğu gibi kökler longitudunal olarak ikiye bölündü ve kök kanalı yüzeyinde kalan dolgu materyali yüzde olarak hesaplandı.

Endodontik tedavinin her aşamasında olduğu gibi kök kanal dolgusu sökülürken irrigasyon yapılmaktadır fakat literatürde irrigasyon solüsyonlarının ve tekniklerinin kök kanal dolgusu sökümüne etkisini araştıran herhangi bir çalışma yoktur.

RinsEndo ile çalışılan örneklerin bazılarında 35, bazılarında 40, bazılarında ise 45 nolu eğelerin kullanımından sonra olmak üzere tüm örneklerde irrigasyon solüsyonunun apikal ekstrüzyonu gözlemlendi. Bu çalışmada RinsEndo sistemi kök kanal dolgusunun sökümünde diğer sistemlerle istatistiksel olarak aynı etkinlikte bulundu.

EndoVac irrigasyon sistem kullanılırken mikro kanül sıklıkla tıkanmaktadır. Bu nedenle makro kanül kullanımının en önemli amaçlarından biri daha küçük olan mikro kanül kullanımına geçmeden mümkün olan en çok debris uzaklaştırılmasıdır.[26] Çalışmamızda R-Endo döner Ni-Ti sisteminin RS adlı eğesi ile apikale ulaşılmış olmasına rağmen 35 nolu hedstörm eğenin kullanımına kadar makrokanül, sonrasında

ise mikrokanül kullanıldı. Tüm örneklerde hem mikro kanülün hemde makro kanülün ucu tıkandı. Tıkanan makro kanüllerin ucu 25 nolu eğe ile açıldı ve irrigasyon sonrası aspirasyon kontrol edildi. 4 ve 7 nolu örneklerden sonra deformasyon nedeniyle makrokanül değiştirildi. Mikro kanül tıkandığında ise 15 nolu eğe ile ucu açıldı ve 3 örnekte bir değiştirildi. Kök kanal dolgusu artığının en fazla bu grupta görülmesinin nedeni büyük guta-perka parçalarının sık sık kanülleri tıkaması olduğu düşünülmektedir.

Canal Clean Max sistemi EndoVac sistemine göre daha yüksek vakumlama özelliğine sahiptir. Bu sistemin aspirasyon ucunun EndoVac sisteminin uçlarına nazaran daha az tıkandığı görülmüştür. Canal Clean Max sisteminin aspirasyon ucunda daha az tıkanma olduğu için bu grubun değerleri daha düşük çıkmış olabilir.

Bu çalışmanın sonucunda MM 1500 sonik sistem kullanılarak irrigasyon yapılan örneklerde kalan dolgu miktarının diğer gruplarda fazla olması kök kanalının temizliğinde etkili olduğu bilinen bu sistem ile oluşturulan akustik akımın büyük guta-perka parçalarını parçalamakta etkili olmadığını düşündürmektedir.

Canal Brush kullanım esnasında çok kolay deforme olduğu için kök kanal dolgusunun büyük bir kısmı sökülüp apikale ulaşıldıktan sonra, 35 nolu eğeden itibaren her eğe değişiminde ve söküm işlemleri tamamlandığında olmak üzere toplam 4 defa kullanıldı. Fırçalar her kullanımda tüm kanal duvarlarına temas edecek şekilde 3 tur kullanıldı. Canal Brush her kullanımdan sonra büyüteç ile incelendi ve deforme olmuş ise değiştirildi. İki örnekte bir canal brush değiştirildi. Çalışmamızın sonucunda kök kanallarında en az dolgu materyali Canal Brush ile çalışılan grupta kalmıştır. Bunun nedeni, Canal Brush'ın tüm kanal duvarlarına temas edip dolgu materyalini diğer sistemlerden daha etkili kaldırmış olabileceğidir. Fakat diğer grupların sonuçları ile Canal brush grubunun sonuçları arasında istatistiksel fark yoktur. Diğer fırçamız Navi Tip FX ler her kullanımdan sonra büyüteç ile kontrol edildi ve deformasyon var ise fırça değiştirildi. İki örnekte bir fırça değiştirildi.

Bu çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında gruplar arasında herhangi bir istatistiksel fark olmadığını görülmektedir. Bu sonuçlara göre; kök kanal dolgusunun sökümünde asıl etkili olan kısmın irrigasyon sistemleri olmadığı sonucuna varılmaktadır. Deneylerimizin sınırları içerisinde kök kanal dolgusunu mekanik olarak söküldüğünü görmekteyiz. Farklı irrigasyon teknikleri guta-perka gibi büyük parçaların

parçalanmasında çok etkili olmamıştır. Fakat bu tekniklerin kanal patlarının sökümü üzerine etkinliği hala bilinmemektedir ve bu konuda yeni çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Çalışmamızın farklı irrigasyon tekniklerinin kalsiyum hidroksit uzaklaştırılmasına ve kök kanal dolgusunun sökümüne etkisinin araştırıldığı bölümlerinde en yüksek değerler EndoVac grubunda gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalar ile apikal ekstruzyon açısından çok güvenli bulunan bu sistem; bizim çalışmalarımızın sonucuna göre kalsiyum hidroksitin yıkanmasında ve kök kanal dolgusunun sökümünde etkili bulunmamıştır[158-159]. Bunun bir nedeni de aspirasyon esnasında makro kanül ve mikrokanülün tıkanması olabilir.

MM 1500 sonik irrigasyon grubunun ise çalışmalarımızın kök kanal dolgusunun sökümüne irrigasyon sistemlerinin etkinliğinin değerlendirildiği kısmı hariç diğer iki çalışmamızda literatürle uyumlu olarak başarılı olduğu gözlemlenmektedir. Bunun nedeninin sonik sistemin oluşturduğu akustik akım olduğu düşünmekteyiz.

# 6. SONUÇLAR

1. Çalışmamızın çeşitli irrigasyon tekniklerinin debris ve smear tabakasının uzaklaştırılması üzerine etkinliği araştıran kısmında düz kanallarda farklı irrigasyon tekniklerinin kullanımı sonrasında debris ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında koronal ve orta üçlüde tüm sistemler başarılı bulundu. Apikal bölgede ise debris uzaklaştırılmasında en başarılı sistem MM 1500 sonik sistem bulunmuş iken smear tabakasının uzaklaştırılmasında herhangi bir sistemin üstün olmadığı görüldü.

2. Çeşitli irrigasyon tekniklerinin kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasına etkisini incelediğimizde ise kök kanallarında kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında en etkili sistemin MM 1500 sonik sistem olduğu görüldü.

3. Kök kanal dolgusunun sökülmesinde farklı irrigasyon tekniklerinin çok farklı etkilerinin olmadığı ve her teknikte kanal duvarlarında dolgu materyalinin kaldığı saptandı.

# 7. KAYNAKLAR


1. **Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants** *J Conserv Dent*, **2010**; 13(4): 256–264.

2. **Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR.** Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*, **2009**;35: 791-804.

3. **Vertucci FJ.** Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol,* **1984**; 58:589–99.

4. **Svec TA, Harrison JW.** Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution. *J Endod,* **1977;** 3: 49–53.

5. **Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL.** Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics*, **2005**; 10: 103–22.

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

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

8. **Hasselgren G, Olsson B, Cvek M.** Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod,* **1988**;14: 125-7.

9. **Waltimo TM, Sirén EK, Orstavik D, Haapasalo MP.** Susceptibility of oral Candida species to calcium hydroxide in vitro. *Int Endod J,* **1999**; 32(2): 94-8.

10. **Wiseman A, Cox TC, Paranjpe A, Flake NM, Cohenca N, Johnson JD.** Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *J Endod*, 2011;37: 235-8.

11. **Taşdemir T, Yildirim T, Celik D.** Comparative study of removal of current endodontic fillings. *J Endod,* **2008**; 34: 326-9.

12. **Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH.** The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod,* **2008**; 34: 466-9.

13. **Zehnder M.** Root canal irrigants. *J Endod,* **2006**; 32: 389–98.

14. **Alaçam T. Endodonti., 2. Baskı., Ankara: Barış Yayınları, 2000.**

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

16. **Spratt DA, Pratten J, Wilson M, Gulabivala K.** An in vitro evaluation of the antimicrobial efficacy of irrigants on biofilms of root canal isolates. *Int Endod J*, **2001**;34:300 –7.

17. **Silva LA, Leonardo MR, Assed S**, Tanomaru Filho M. Histological study of the effect of some irrigating solutions on bacterial endotoxin in dogs. *Braz Dent J*, 2004;15:109 –14.

18. **Hülsmann M, Hahn W.** Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *Int Endod J,* **2000**; 33; 186 –93.

19. **Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K.** Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J***, 2001**;34:120 –32.

20. **Byström A, Sundqvist G.** The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J,* **1985**;18: 35– 40.

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

22. **Moorer WR, Wesselink PR.** Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J,* **1982**;15:187–96.

23. **Esterla C, Cyntia RA, Esterla, Barbin EL**. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J,* **2002**;13:113–7.

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

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

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

27. **Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK.** Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod,* **1999**; 25 :735– 8.

**28. Sjögren U, Sundqvist G.** Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol,* **1987**; 63: 366 –70.

**29. Cobankara FK, Ozkan HB, Terlemez A.** Comparison of Organic Tissue Dissolution Capacities of Sodium Hypochlorite and Chlorine Dioxide. *J Endod,* **2010**; 36: 272–4.

**30. Baumgartner JC, Ibay AC.** The chemical reactions of irrigants used for root canal debridement. *J Endod*, **1987**; 13: 47–51.

**31. Yamada RS, Armas A, Goldman M,** Lin PS A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod,* **1983**; 9: 137–42.

**32. Kuah HG, Lui JN, Tseng PS, Chen NN.** The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer. *J Endod,* **2009**; 35: 393–6.

**33. Violich DR, Chandler NP.** The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J,* **2010**; 43: 2-15.

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

**35. Cohen S. and Burns RC. Patways of the Pulp. St.Louis, Missouri: Mosby, 2002.**

**36. Aktener BO, Bilkay U**. Smear layer removal with different concentrations of EDTA-ethylenediamine mixtures. *J Endod,* **1993** May; 19: 228-31.

**37. Wayman BE, Kopp WM, Pinero GJ, Lazzari EP.** Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *J Endod*, **1979**; 5: 258–65.

**38. Scelza MF, Pierro VS, Chagas MA, Silva LE, Scelza P.** Evaluation of inflammatory response of EDTA, EDTA-T, and citric acid in animal model. *J Endod*, **2010**; 36: 515–9.

**39. De-Deus G, Zehnder M, Reis C, Fidel S, Fidel RA.** Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and edta using a comparative single-tooth model. *J Endod*, **2008**; 34: 71–5.

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

**41. Gomes BP, Souza SF, Ferraz CC, Teixeira FB, Zaia AA, Valdrighi L.** Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine *In vitro. Int Endod J*, **2003a**; 36: 267–75.

**42. Sundqvist G.** Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **1994**; 78: 522–30.

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

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

**45. Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A.** Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod,* **2007**; 33: 966–9.

**46. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, et al.** A new solution for the removal of smear layer. *J Endod,* **2003**; 29: 170–5.

**47. Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland LK, Shabahang S.** The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J Endod,* **2003**; 29: 233–9.

**48. Haapasalo M, Qian W, Portenier I, Waltimo T.** Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *J Endod,* **2007**; 33: 917–25.

**49. Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Moora M.** Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod,* **2006**; 32: 1091–3.

**50. Giardino L, Ambu E, Savoldi E, Rimondini R, Cassanelli C, Debbia EA**. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, mtad, and tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod,* **2007**; 33: 852–5.

**51. Nudera WJ, Fayad MI, Johnson BR, Zhu M, Wenckus CS, BeGole EA, et al.** Antimicrobial effect of triclosan and triclosan with gantrez on five common endodontic pathogens. *J Endod,* **2007**; 33: 1239–42.

**52. El Karim I, Kennedy J, Hussey D.** The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication.*Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* **2007**; 103: 560-9.

**53. Marais JT, Williams WP.** Antimicrobial effectiveness of electro- chemically activated water as an endodontic irrigation solution. *Int Endod J,* **2001**; 34: 237-43.

**54. Solovyeva AM, Dummer PM.** Cleaning effectiveness of root canal irrigation with electrochemically activated anolyte and catholyte solutions: a pilot study. *Int Endod J,* **2000**; 33: 494-504.

**55. Hata G, Uemura M, Weine FS, Toda T.** Removal of smear layer in the root canal using oxidative potential water. *J Endod,* **1996**; 22: 643-5.

**56. Hata G, Hayami S, Weine FS, Toda T.** Effectiveness of oxidative potential water as a root canal irrigant. *Int Endod J,* **2001**; 34: 308-17.

**57. Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M.** Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *J Endod,* **2004**; 30: 778-81.

**58. Prabhakar J, Senthilkumar M, Priya MS, Mahalakshmi K, Sehgal PK, Sukumaran VG.** Evaluation of antimicrobial efficacy of herbal alternatives (*Triphala* and Green Tea Polyphenols), MTAD, and 5% sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* Biofilm Formed on Tooth Substrate: An *In vitro* Study. *J Endod,* **2010**; 36: 83–6.

**59. Murray PE, Farber RM, Namerow KM, Kuttler S, Godoy FG.** Evaluation of *Morinda citrifolia* as an endodontic irrigant. *J Endod,* **2008**; 34: 66–70.

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

**61. Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J.** An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod,* **1995**; 21: 277–80.

**62. Hauser V, Braun A, Frentzen M.** Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo). *Int Endod J,* **2007**; 40: 644–52.

**63. Wu MK, Wesselink PR.** A primary observation on the preparation and obturation in oval canals. *Int Endod J,* **2001**; 34: 137–41.

**64. Ram Z.** Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol,* **1977**; 44: 306–12.

**65. Chow TW.** Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod,* **1983**; 9: 475–9.

**66. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC.** A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod,* **2000**; 26: 739–43.

**67. Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J.** New method of irrigation during endodontic treatment. *J Endod,* **1976**; 2: 257–60.

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

**69. Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH.** Patterns of vertical root fracture: factors affecting stress distribution in the root canal. *J Endod,* **2003**; 29: 523–8.

**70. Serper A, Ozbek M, Calt S.** Accidental sodium hypochlorite-induced skin injury during endodontic treatment. *J Endod*, **2004**; 30: 180–1.

**71. Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY.** Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *J Endod,* **2006**; 32: 1181–4.

**72. Keir DM,** Senia ES, Montgomery S. Effectiveness of a brush in removing post instrumentation canal debris. *J Endod*, **1990**; 16: 323–7.

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

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

**75. Ruddle CJ.** Microbrush for endodontic use. Washington, DC: United States Patent **2001,** 6: 179, 617.

**76. Weise M, Roggendorf MJ, Ebert J, Petschelt A, Frankenberger R.** Four methods for cleaning simulated lateral extensions of curved root canals: a SEM evaluation. *Int Endod J*, **2007**; 40: 991–2.

**77. Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG.** Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *J Endod*, **2002**; 28: 837–9.

**78. Setlock J, Fayad MI, BeGole E, Bruzick M.** Evaluation of canal cleanliness and smear layer removal after the use of the Quantec-E irrigation system and syringe: a comparative scanning electron microscope study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2003**; 96: 614–7.

**79. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA.** Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod*, **1987**;13: 93–101.

**80. Walmsley AD, Lumley PJ, Laird WR**. Oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. *Int Endod J*, **1989**; 22: 125–32

**81. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW.** A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod*, **2003**; 29: 674–8.

**82. Stamos DE, Sadeghi EM, Haasch GC, Gerstein H.** An in vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *J Endod*, **1987**; 13: 434–40.

**83. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P,** Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod*, **2010**; 36: 1361-6.

**84. Martin H, Cunningham WT, Norris JP, Cotton WR.** Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **1980**; 49: 79–81.

**85. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR.** Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*, **2007**; 40: 415–26.

**86. Cunningham WT, Martin H.** A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol,* **1982**; 53: 527–31.

**87. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR.** The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals. *Int Endod J*, 2004; 37: 607–12.

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

**89. Walker TL, del Rio CE.** Histological evaluation of ultrasonic debridement comparing sodium hypochlorite and water. *J Endod,* **1991**; 17: 66–71.

**90. Weller RN, Brady JM, Bernier WE.** Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod,* **1980**; 6: 740–3.

**91. Moorer WR, Wesselink PR.** Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J*, **1982**; 15: 187–96.

**92. Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M**. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod,* **2005**; 31: 166–70.

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

**94. 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: 1038–43.

**95. Lumley PJ, Walmsley AD, Walton RE, Rippin JW.** Cleaning of oval canals using ultrasonic or sonic instrumentation. *J Endod*, **1993**; 19:453–7.

**96. Cameron JA.** The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *J Endod*, **1983**; 9: 289–92.

**97. Guerisoli DM, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD.** Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J*, **2002**; 35: 418–21.

**98. Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ.** Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *J Endod*, **2003**; 29: 12–4.

**99. Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD.** The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod,* **2003**; 29: 562–4.

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

**101. Lussi A, Nussbacher U, Grosrey J.** A novel noninstrumented technique for cleansing the root canal system. *J Endod*, **1993**; 19: 549–53.

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

**103. Schoeffel GJ.** The EndoVac method of endodontic irrigation: part 2—efficacy. *Dent Today*, **2008**; 27: 82,84,86–87.

**104. Nielsen BA, Baumgartner CJ.** Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod*, **2007**; 33: 611–5.

**105.** https://scholarworks.iupui.edu/handle/1805/1646/browse?value=Canal+CleanMax&type=subject

**106. Le Goff A, Dautel-Morazin A, Guigand M, Vulcain JM, Bonnaure-Mallet M.** An evaluation of the CO2 laser for endodontic disinfection. *J Endod*, **1999**; 25: 105-8.

**107. El Karim I, Kennedy J, Hussey D.** The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2007**; 103: 560-9.

**108. Williams JA, Pearson GJ, Wilson M, John CM.** Antibacterial action of photoactivated disinfection {PAD} used on endodontic bacteria in planktonic suspension and in artificial and human root canals. *J Dent*, **2006**; 34: 363-71.

**109. Williams JA, Pearson GJ, Colles MJ, Wilson M.** The effect of variable energy input from a novel light source on the photoactivated bactericidal action of toluidine blue O on Streptococcus mutans. *Caries Res*, **2003**; 37: 190-3.

**110. Williams JA, Pearson GJ, Colles MJ, Wilson M.** The photoactivated antibacterial action of toluidine blue O in a collagen matrix and in carious dentine. *Caries Res*, **2004**; 38: 530-6.

**111. Spångberg L, Rutberg M, Rydinge E.** Biologic effects of endodontic antimicrobial agents. *J Endod*, **1979**;5: 166-75.

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

**113. Ellerbruch ES, Murphy RA.** Antimicrobial activity of root canal medicament vapors. *J Endod*, **1977**; 3: 189-93.

**114. Stuart KG, Miller CH, Brown CE Jr, Newton CW.** The comparative antimicrobial effect of calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **1991**; 72: 101-4.

**115. Georgopoulou M, Kontakiotis E, Nakou M.** In vitro evaluation of the effectiveness of calcium hydroxide and paramonochlorophenol on anaerobic bacteria from the root canal. *Endod Dent Traumatol*, **1993**; 9: 249-53.

**116. Nerwich A, Figdor D, Messer HH.** pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod*, **1993**; 19: 302-6.

**117. Siqueira JF Jr, de Uzeda M**. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. *J Endod*, **1998**; 24: 663-5.

**118. Safavi K, Nakayama TA.** Influence of mixing vehicle on dissociation of calcium hydroxide in solution. *J Endod*, **2000**; 26: 649-51.

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

**120. Orstavik D.** Radiographic evaluation of apical periodontitis and endodontic treatment results: a computer approach. *Int Dent J*, **1991**; 41: 89-98.

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

**122. Waltimo T, Trope M, Haapasalo M, Orstavik D.** Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J Endod*, **2005**; 31: 863-6.

**123. Tang G, Samaranayake LP, Yip HK.** Molecular evaluation of residual endodontic microorganisms after instrumentation, irrigation and medication with either calcium hydroxide or Septomixine. *Oral Dis*, **2004**; 10: 389-97.

**124. Molander A, Reit C, Dahlen G.** The antimicrobial effect of calcium hydroxide in root canals pretreated with 5% iodine potassium iodide. *Endod Dent Traumatol*, **1999**; 15: 205-9.

**125. Siren EK, Haapasalo MP, Waltimo TM, Orstavik D.** In vitro antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine or iodine potassium iodide on Enterococcus faecalis. *Eur J Oral Sci,* **2004**; 112: 326-31.

**126. Torneck CD, Smith JS,** Grindall P. Biologic effects of endodontic procedures on developing incisor teeth. IV. Effect of debridement procedures and calcium hydroxide-camphorated parachlorophenol paste in the treatment of experimentally induced pulp and periapical disease. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol,* **1973**; 35: 541-54.

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

**128. Abbott PV, Hume WR, Heithersay GS. Effects** of combining Ledermix and calcium hydroxide pastes on the diffusion of corticosteroid and tetracycline through human tooth roots in vitro. *Endod Dent Traumatol*, **1989**; 5: 188-92.

**129. Curson I.** Endodontic techniques. 8. The antibacterial treatment of root canals. *Br Dent J,* **1966**; 121: 381-3.

**130. Grieve AR,** Friend LA, Plant CG. A clinical trial of three root canal medicaments. *Br Dent J*, **1973**; 134: 188-93.

**131. Windley W III, Teixeira F, Levin L, Sigurdsson A, Trope M.** Disinfection of immature teeth with a triple antibiotic paste. *J Endod*, **2005**; 31: 439-43.

**132. Chance K, Lin L, Shovlin FE, Skribner J.** Clinical trial of intracanal corticosteroid in root canal therapy. *J Endod*, **1987**; 13: 466-8.

**133. Abbott PV, Heithersay GS, Hume WR.** Release and diffusion through human tooth roots in vitro of corticosteroid and tetracycline trace molecules from Ledermix paste. *Endod Dent Traumatol,* **1988**; 4: 55-62.

**134. Barker BC, Lockett BC.** Experiments using a glucocorticosteroid/ antibiotic paste in infected root canals of a dog. *J Br Endod Soc*, **1971**; 5: 60-8.

**135. Ehrmann EH, Messer HH, Adams GG.** The relationship of intracanal medicaments to postoperative pain in endodontics. *Int Endod J,* **2003**; 36: 868-75.

**136. Fava LR.** Acute apical periodontitis: incidence of post-operative pain using two different root canal dressings. *Int Endod J*, **1998**; 31: 343-7.

**137. Balvedi RP, Versiani MA, Manna FF, Biffi JC.** A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J,* **2010**; 43: 763-8.

**138. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P.** Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod*, **1999**; 25: 85–8.

**139. Nandini S, Velmurugan N, Kandaswamy D.** Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. *J Endod*, **2006**; 32: 1097–101.

**140. Kenee DM, Allemang JD, Johnson JD, et al.** A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *J Endod*, **2006**; 32: 563–5.

**141. Kuga MC, Tanomaru-Filho M, Faria G, Só MV, Galletti T, Bavello JR.** Calcium hydroxide intracanal dressing removal with different rotary instruments and irrigating solutions: a scanning electron microscopy study *Braz Dent J*, **2010**; 21: 310-4.

**142. Salgado RJ, Moura-Netto C, Yamazaki AK, et al.** Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication removal: microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2009**; 107: 580–4.

**143. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR.** The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int Endod J*, **2007**; 40: 52–7.

**144. Taşdemir T, Celik D, Er K, Yildirim T, Ceyhanli KT, Yeşilyurt C.** Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *Int Endod J*, **2011**; 44: 505-9.

**145. Naaman A, Kaloustian H, Ounsi HF, Naaman-Bou Abboud N, Ricci C, Medioni E.** A scanning electron microscopic evaluation of root canal wall cleanliness after calcium hydroxideremoval using three irrigation regimens. *J Contemp Dent Pract*, **2007**;8: 11-8.

**146. Wiseman A, Cox TC, Paranjpe A, Flake NM, Cohenca N, Johnson JD.** Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *J Endod*, **2011**; 37 : 235-8.

**147. Lambrianidis T, Kosti E, Boutsioukis C, Mazinis M.** Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. *Int Endod J*, **2006**; 39: 55-61.

**148. Rödig T, Hirschleb M, Zapf A, Hülsmann M.** Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. *Int Endod J*, **2011** ; 44: 1155-61.

**149. da Silva JM, Silveira A, Santos E, Prado L, Pessoa OF.** Efficacy of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and phosphoric acid incalcium hydroxide removal from the root canal: a microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2011**; 112: 820-4.

**150. Ricucci D, Langeland K.** Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: a case report. *Int Endod J*, **1997**; 30: 418-21.

**151. Calt S, Serper A.** Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod,* **1999**; 25: 431-3.

**152. Kim SK, Kim YO**. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int Endod J,* **2002**; 35: 623-8.

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

**154. Rödig T, Döllmann S, Konietschke F, Drebenstedt S, Hülsmann M.** Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *J Endod,* **2010**; 36: 1983-7.

**155. Shin SJ, Kim HK, Jung IY, Lee CY, Lee SJ, Kim E.** Comparison of the cleaning efficacy of a new apical negative pressure irrigating system with conventional irrigation needles in the root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* **2010**;109: 479-84.

**156. Brito PR, Souza LC, Machado de Oliveira JC, Alves FR, De-Deus G, Lopes HP, Siqueira JF Jr.** Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal Enterococcus faecalis populations: an in vitro study. *J Endod,* **2009**; 35: 1422-7.

**157. Townsend C, Maki J.** An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *J Endod,* **2009**; 35: 1040-3.

**158. Miller TA, Baumgartner JC.** Comparison of the antimicrobial efficacy of irrigation using the EndoVac to endodontic needle delivery. *J Endod,* **2010**; 36: 509-11.

**159. Mitchell RP, Yang SE, Baumgartner JC.** Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod,* **2010**; 36:338-41.

**160. Desai P, Himel V.** Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod,* 2009; 35: 545-9.

**161. Rödig T, Sedghi M, Konietschke F, Lange K, Ziebolz D, Hülsmann M.** Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. *Int Endod J,* **2010**; 43: 581-9.

**162. Vivan RR, Bortolo MV, Duarte MA, Moraes IG, Tanomaru-Filho M, Bramante CM.** Scanning electron microscopy analysis of RinsEndo system and conventional irrigation for debris removal. *Braz Dent J,* **2010**; 21: 305-9.

**163. Siu C, Baumgartner JC.** Comparison of the debridement efficacy of the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation in vivo. *J Endod,* **2010**; 36: 1782-5.

**164. Garip Y, Sazak H, Gunday M, Hatipoglu S.** Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* **2010**; 110:62-6.

**165. Susin L, Liu Y, Yoon JC, Parente JM, Loushine RJ, Ricucci D, Bryan T, Weller RN, Pashley DH, Tay FR**.Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J,* **2010**;43: 1077-1090.

**166. Mayer BE, Peters OA, Barbakow F.** Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J,* **2002**; 35: 582–9.

**167. Goldberg F, Alfie D, Roitman M,** Evaluation of the incidence of transportation after placement and removal of calcium hydroxide. *J Endod*, **2004**;30: 646-8.

**168. Kosti E, Lambrianidis T, Economides N, Neofitou C.** Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. *Int Endod J*, **2006** ; 39: 48-54.

**169. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E.** Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. *J Endod*, **2006**; 32: 469-72.

**170. Fenoul G, Meless GD, Pérez F.** The efficacy of R-Endo rotary NiTi and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and Resilon. *Int Endod J,* **2010**; 43: 135-41.

**171. Sağsen B, Üstün Y, Er Ö.** İki farklı kök kanal dolgu materyalinde üç farklı Ni-Ti döner sistem ve el eğesi kullanılarak yapılan retreatment işleminin etkinliğinin değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*, **2009**; 5: 73-80.

**172. Saad Y.** Efficacy of two rotary instruments in the removal of gutta-percha during root canal therapy *J Endod*, **2007**; 33: 38-41.

**173. Gergi R, Sabbagh C.** Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J*, **2007**; 40: 532-7.

**174. Shemesh H, Roeleved AC, Wesselink PR, Wu MK.** Damage to root dentin during retreatment procedures. *J Endod*, **2011**; 37: 63-66.

**175. RP Husne, Braga LC, Berbert FL, Buono VT, Bahia MG.** Flexibility and torsional resistance of three nickel-titanium retreatment instrument systems. *Int Endod J*, **2011**; 44: 731-8.

**176. de Carvalho Maciel AC, Zaccaro Scelza MF** Efficacy of automated versus hand instrumentation during root canal retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J,* **2006;** 39: 779-84.

**177. Masiero AV, Barletta FB.** Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J*, **2005**; 38: 2-7.

**178. Horvath SD, Altenburger MJ, Naumann M, Wolkewitz M, Schirrmeister JF.**Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J*, **2009**; 42: 1032-8.

**179. Barletta FB, Rahde Nde M, Limongi O, Moura AA, Zanesco C, Mazocatto G.** In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during retreatment. *J Can Dent Assoc*, **2007**; 73: 65

**180. Schirrmeister JF, Hermanns P, Meyer KM, Goetz F, Hellwig E.** Detectability of residual Epiphany and gutta-percha after root canal retreatment using a dental operating microscope and radiographs--an ex vivo study. *Int Endod J*, **2006**; 39: 558-65.

# ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Mersin'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimlerini Mersin'de tamamladı. 1999 yılında Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde başladığı mesleki eğitimini 2004 yılında bitirdi. 2006-2012 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim Dalı'nda doktora eğitimini tamamladı.