



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SON YIKAMA SOLÜSYONLARININ FARKLI İÇERİKLİ KÖK
KANAL DOLGU PATLARININ BAĞLANMA
DAYANIMLARINA VE DENTİN TÜBÜL
PENETRASYONLARINA ETKİSİ

Ceren Feriha UZUNTAŞ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Feridun ŞAKLAR

2014 – ANKARA

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SON YIKAMA SOLÜSYONLARININ FARKLI İÇERİKLİ KÖK
KANAL DOLGU PATLARININ BAĞLANMA
DAYANIMLARINA VE DENTİN TÜBÜL
PENETRASYONLARINA ETKİSİ

Ceren Feriha UZUNTAŞ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Feridun ŞAKLAR

2014 – ANKARA

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Endodonti Doktora Programı

çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 17.06.2014

Prof. Dr. Bade SONAT
Ankara Üniversitesi
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Feridun ŞAKLAR
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Cemal TINAZ
Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Meltem DARTAR ÖZTAN
Ankara Üniversitesi
Raportör

Doç. Dr. Kamran GÜLŞAHİ
Başkent Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	ii
İçindekiler	iii
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	ix
Çizelgeler	xiv
1.GİRİŞ	1
1.1. Kök Kanallarının Yıkınması	7
1.1.1. Çalışmamızda Kullandığımız Yıkama Solüsyonları	10
1.1.1.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	10
1.1.1.2. Klorheksidin (CHX)	16
1.1.1.3. EDTA (Etilendiamintetrasidik asit)	20
1.1.1.4. MTAD	24
1.1.1.5. QMix	34
1.2. Kök Kanallarının Doldurulması	37
1.2.1. Kök Kanal Dolgu Patları	39
1.2.1.1. Çalışmamızda Kullanılan Kök Kanal Dolgu Sistemi ve Kök Kanal Dolgu Patları	40
1.2.1.1.1. ActiV GP Kök Kanal Dolgu Sistemi	40
1.2.1.1.1.2. ActiV GP Kök Kanal Sistemi İle İlgili Yapılan Çalışmalar	42
1.2.1.1.2. Biyoseramik içerikli kök kanal dolgu patları	48
1.2.1.1.2.1. Biyoseramik esaslı patların sertleşme reaksiyonu	49
1.2.1.1.2.2. Kalsiyum Silikat Fosfat İçeren Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patlarıyla İlgili Yapılan Çalışmalar	52
1.3. Adezyon (Bağlantı)	59
1.3.1. Kök Kanal Dolgu Patlarının Bağlanması Etkileyen Faktörler	60
1.3.2. Bağlantının Test Edilmesinde Kullanılan Teknikler	62
1.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	64

2. GEREÇ VE YÖNTEM	65
2.1. Örneklerin Seçilmesi	65
2.2. Örneklerin Hazırlanması ve Push-Out Bağlanma Dayanımı Testi	73
2.3. Örneklerin Tarama Elektron Mikroskobu İle İncelenmesi	75
2.4. İstatistiksel Analiz	78
3. BULGULAR	80
3.1. Bağlanma Dayanımı Değerlerine Ait Bulgular	80
3.1.1. Grup İçi Karşılaştırmalara Ait Bulgular	80
3.1.1.1. Son Yıkama Solüsyonu Olarak EDTA Kullanılan Grubun (Grup I) Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular	80
3.1.1.2. Son Yıkama Solüsyonu Olarak MTAD Kullanılan Grubun (Grup II) Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular	82
3.1.1.3. Son Yıkama Solüsyonu Olarak QMix Kullanılan Grubun (Grup III) Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular	83
3.1.1.4. Son Yıkama Solüsyonu Olarak CHX Kullanılan Grubun (Grup IV) Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular	85
3.1.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalara Ait Bulgular	86
3.1.2.1. Son Yıkama Solüsyonu Olarak EDTA, MTAD, QMix ve CHX Kullanıldığında, ActiV GP Kök Kanal Patının Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular	86
3.1.2.2. Son Yıkama Solüsyonu Olarak EDTA, MTAD, QMix ve CHX Kullanıldığında, EndoSequence BC Sealer Kök Kanal Patının Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular	88
3.1.3.3. Son Yıkama Solüsyonu Olarak EDTA, MTAD, QMix ve CHX Kullanıldığında, Smartpaste Bio Kök Kanal Patının Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular	89
3.2. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) İncelemesine Ait Bulgular	91
3.2.1. Grup I'e ait örneklerinin SEM bulguları	94
3.2.2. Grup II'ye ait örneklerinin SEM bulguları	97
3.2.3. Grup III'e ait örneklerinin SEM bulguları	100
3.2.4. Grup IV'e ait örneklerinin SEM bulguları	103

4.TARTIŞMA	106
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	132
ÖZET	134
SUMMARY	136
KAYNAKLAR	137
ÖZGEÇMİŞ	165

ÖNSÖZ

“Son yıkama solüsyonlarının farklı içerikli kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımlarına ve dentin tübül penetrasyonlarına etkilerini” *in-vitro* koşullarda değerlendirilmesinin amaçlandığı tez çalışmamın her aşamasında, büyük bir sabır ve titizlikle bana yardımcı olan ve yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Feridun ŞAKLAR’a,

Doktora eğitimim süresince her zaman hoşgörülü olan, desteklerini esirgemeyen Endodonti Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Fatmagül ZİRAMAN’a,

Hem doktora eğitimim süresince hem de özel hayatımda anlayış ve hoşgörüsüyle her konuda destek ve sevgisini hissettiğim, yetişmemde büyük emeği geçen, insan ve eğitimci olarak her zaman örnek aldığım ve yanında eğitim almaktan gurur duyduğum çok değerli hocam Prof.Dr. MELTEM ÖZTAN DARTAR’a,

Tezimin başlangıcından bitimine kadar önerileri ve yardımları ile bana destek olan tez izleme komitesindeki değerli hocam Prof. Dr. Cemal TINAZ’a,

Doktora eğitimim süresince değerli bilimsel ve mesleki tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Doç Dr. Kamran GÜLŞAHİ’ye,

Üniversite hayatım ve doktora eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen çok değerli hocalarım Prof. Dr. Arzu MÜJDECİ ve Prof. Dr. Adnan ÖZTÜRK’e,

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri’ne,

Her türlü yardımı ve desteği ile her zaman yanımda olan ve birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum sevgili dostum Dr. Dt. Berkan ÇELİKTEN’e,

Doktora eğitimim süresince beraber çalıştığım sevgili çalışma arkadaşım Derya ÖZEN’e,

Hayat boyu her zaman yanımda olan ve her türlü desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen aileme, tezimin hazırlanmasının her aşamasında sabır, anlayış ve özveriyle hep yanımda olan eşim Engin UZUNTAŞ’a ve canım kızım Ilgın’a tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
<	Küçüktür
>	Büyüktür
2CaO-SiO ₂	Dikalsiyum silikat
3CaO-SiO ₂	Trikalsiyum silikat
ADA	American Dental Association
Al	Aliminyum
ANSI	American National Standards Institute
ark	Arkadaşları
Ba	Baryum
Ca	Kalsiyum
Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit
CHX	Klorheksidin diglukonat
CLSM	Confocal Laser Scanning Microscope
CRT	Katot ışığı tüpü
dk	Dakika
DPSC	Dental Pulp Stem Cells
E. faecalis	Enterococcus faecalis
EDS	Energy Dispersive Spectrometry
EDTA	Etilendiamintetraasetikasit
F3	Finishing 3
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
HEBP	Etidronat
HOCl	Hipokloroz asit
ISO	International Organization For Standardization
kHz	Kilohertz
MeV	Mega Elektron Volt
Mg	Magnezyum

mg/L	Miligram/Litre
mg/m ³	Miligram/Milimetreküp
mg/ml	Miligram/Mililitre
MIC	Minimum İnhibitör Konsantrasyon
ml	Mililitre
MLC	Minimum Lethal Konsantrasyon
mm	Milimetre
mm Al	Milimetre aliminyum
mm/dk	Milimetre/Dakika
mm ²	Milimetrekare
MPa	Megapaskal
MTA	Mineral Trioksit Agregate
N	Newton
Na	Sodyum
NaOCl	Sodyum hipoklorit
Ni-Ti	Nikel titanyum
OCl ⁻	Hipoklorit
P	Fosfat
PBS	Phosphate Buffered Saline
pH	Power of Hydrogen
PKA	Parakloranalin
rpm	Revolutions Per Minute
SEM	Scanning Electron Microscopy
Si	Silisyum
Zr	Zirkonyum
ZrO ₂	Zirkonyum oksit
µm	Mikrometre

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. EndoActivatör ve yapılan şekillendirmeye uygun olarak seçilen mavi uç.	67
Şekil 2.2. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi.	68
Şekil 2.3. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ve aplikatör ucu.	69
Şekil 2.4. Smartpaste Bio kök kanal dolgu patı ve aplikatör ucu.	69
Şekil 2.5. Biopure MTAD, toz-likit ve kök kanalına uygulama enjektör iğnesi.	70
Şekil 2.6. QMix solüsyonu.	71
Şekil 2.7. % 2'lik Klorheksidin.	72
Şekil 2.8. Etüv.	72
Şekil 2.9. Enjektör kalıbın içerisine epoksi rezin ile birlikte gömülmüş kök.	73
Şekil 2.10. 2 mm kalınlığında su soğutması altında örneklerin kesilmesi.	73
Şekil 2.11. 2 mm kalınlığında su soğutması altında örneklerin kesilmesi.	73
Şekil 2.12. 2 mm kalınlığındaki örneğin kumpas ile ölçülmesi.	74
Şekil 2.13. 2 mm kalınlığındaki örneğin instron cihazında Push-Out testi uygulanması.	74
Şekil 2.14. Yük zaman eğrisi.	75
Şekil 2.15. Altın kaplanmış örnekler.	76
Şekil 2.16. SEM cihazı.	76
Şekil 2.17. EndoSequence BC Sealer'ın EDS analizi.	77
Şekil 2.18. ActiV GP'nin EDS analizi.	78
Şekil 2.19. Çalışma özeti.	79
Şekil 3.1. Grup-I'de ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri.	81
Şekil 3.2. Grup I'de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik (Grafikte her bir kutunun ortasındaki yatay çizgi ortanca değeri (50.yüzdelik) gösterirken, kutuların alt ve üst kenarları sırasıyla; 25. ve 75. yüzdelik değerleri ifade etmektedir. Kutuların alt ve üst kısımlarında uzayarak giden çubuklarla sırasıyla; minimum ve maksimum değerler gösterilmiştir. Daire sembolü, uzak değerlere sahip örnekleri göstermektedir.	81
Şekil 3.3. Grup-II'de ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri.	82

- Şekil 3.4.** Grup II’de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik. 83
- Şekil 3.5.** Grup III’de ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri. 84
- Şekil 3.6.** Grup II’de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik. 84
- Şekil 3.7.** Grup-IV’de ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri. 85
- Şekil 3.8.** Grup IV’de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik. 86
- Şekil 3. 9.** ActiV GP kök kanal patının son yıkama solüsyonuna göre ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri. 87
- Şekil 3.10.** EndoSequence BC Sealer kök kanal patının son yıkama solüsyonuna göre ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri. 89
- Şekil 3.11.** Smartpaste bio kök kanal patının son yıkama solüsyonuna göre ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri. 90
- Şekil 3.12.** Tüm son yıkama solüsyonlarının (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) kullanılan patların bağlanma dayanımına etkisinin grafiği. 91
- Şekil 3.13.** %17’lik EDTA ile son yıkaması yapılan gruba ait (Grup I) SEM örneği (X 1500). 92
- Şekil 3.14.** BioPure MTAD ile son yıkaması yapılan gruba ait (Grup II) SEM örneği (X 1000). 92
- Şekil 3.15.** Qmix ile son yıkaması yapılan gruba ait (Grup III) SEM örneği (X 1000). 93
- Şekil 3.16.** Klorheksidin ile son yıkaması yapılan gruba ait (Grup IV) SEM örneği (X 1000). 93
- Şekil 3.17.** ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofride kanal dolgu patının dentin kanalları içerisine düzenli olmayan penetrasyonu izlenmektedir. 94
- Şekil 3.18.** ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200) karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının yer yer pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 94
- Şekil 3.19.** EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofride kanal

dolgu patının dentin kanalları içerisine düzenli olmayan penetrasyonu izlenmektedir. 95

Şekil 3.20. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 95

Şekil 3.21. Smartpaste bio kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrografide kanal dolgu patının dentin kanalları içerisine düzenli olmayan penetrasyonu izlenmektedir. 96

Şekil 3.22. Smartpaste bio kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 96

Şekil 3.23. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrografide ActiV GP kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmekte ancak dentin tübüllerine penetrasyon gözlenmemektedir. Bazı bölgelerde bağlantı gözlenmemektedir. 97

Şekil 3.24. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 97

Şekil 3.25. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrografide pat dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmektedir. Patın dentin tübüllerine penetre olduğu gözlenmektedir. 98

Şekil 3.26. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının yer yer pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 98

Şekil 3.27. Smartpaste bio kök kanal patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrografide pat dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmektedir. Patın dentin tübüllerine penetre olduğu gözlenmiştir. 99

Şekil 3.28. Smartpaste bio kök kanal patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının yer yer pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 99

Şekil 3.29. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofide ActiV GP kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmekte ancak dentin tübüllerine tam olarak penetrasyon göstermediği gözlenmemektedir. Bazı bölgelerde bağlantı olmadığı izlenmektedir. 100

Şekil 3.30. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının yer yer pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 100

Şekil 3.31. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan SEM. görüntüsünde EndoSequence BC Sealer kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon ve dentin tübüllerine penetrasyon izlenmektedir. 101

Şekil 3.32. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının büyük ölçüde pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 101

Şekil 3.33. Smartpaste bio kök kanal patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofide, Smartpaste bio kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon ve dentin tübüllerine penetrasyon izlenmektedir. 102

Şekil 3.34. Smartpaste bio kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının büyük ölçüde pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 102

Şekil 3.35. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofide ActiV GP kök kanal patının ile dentin tübüllerine penetrasyonu gözlenmektedir. 103

Şekil 3.36. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının büyük ölçüde pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 103

Şekil 3.37. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofide, EndoSequence BC Sealer kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmekte ve dentin tübüllerine penetrasyon gözlenmektedir. 104

Şekil 3.38. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının büyük ölçüde pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir. 104

Şekil 3.39. Smartpaste bio kök kanal patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofide, Smartpaste bio kök kanal patının dentin tübüllerine penetrasyon gösterdiği ve dentin tübül ağzlarının büyük ölçüde pat ile örtüldüğü izlenmektedir. 105

Şekil 3.40. Smartpaste bio kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofide. Smartpaste bio kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmekte ve dentin tübüllerine penetrasyon gözlenmektedir. 105

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Klorheksidinin içeriği.	17
Çizelge 1.2. %17'lik EDTA'nın içeriği.	21
Çizelge 1.3. MTAD'nin içeriği.	25
Çizelge 1.4. QMix'in içeriği.	34
Çizelge 1.5. ActiV GP' nin içeriği	41
Çizelge 1.6. EndoSequence BC Sealer patının içeriği.	51
Çizelge 1.7. Smartpaste Bio patının içeriği.	51
Çizelge 3.1. Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler.	80
Çizelge 3.2. Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler.	82
Çizelge 3.3. Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler.	84
Çizelge 3.4. Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler.	85
Çizelge 3.5. ActiV GP kök kanal patına ait son kullanılan yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler.	87
Çizelge 3.6. EndoSequence BC Sealer kök kanal patına ait son kullanılan yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler.	88
Çizelge 3.7. Smartpaste bio kök kanal patına ait son kullanılan yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler.	90
Çizelge 3.8. Tüm son yıkama solüsyonlarının (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) kullanılan patların bağlanma dayanımına olan etkisi ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri.	91

1.GİRİŞ

Pulpa dokusunun, vital-nekrotik artıklarının ve kök kanal sistemi içerisinde bulunan mikroorganizmaların uzaklaştırılması endodontik tedavinin başarısı için zorunludur (Basmadjian-Charles ve ark., 2002; Wong, 2004; Siqueira ve ark., 2008).

Bu amaç için, kök kanalı el ve döner sistemlerle şekillendirilirken, kök kanalını yıkama işlemi ile de iltihaplı ve nekrotik dokular, artıklar, mikroorganizmalar, biyofilmler ve debrisler uzaklaştırılmaya çalışılmaktadır (Haapasalo ve ark., 2010).

Her ne kadar günümüzde kök kanal sistemini etkili bir şekilde temizlemek amacıyla çok çeşitli şekilde döner ege sistemleri ve farklı el eğeleri piyasaya sürülse de kök kanal boşluğunun karmaşık anatomisinden dolayı tamamen temizlenmesi mümkün olamamaktadır (Gutierrez ve Garcia, 1968; Haga, 1968; Skidmore ve Bjorndal, 1971; Walton, 1976; Svec ve Harrison, 1977; Cunningham ve Martin, 1982; Vertucci, 1984; Shuping ve ark., 2000; Card ve ark., 2002; Fariniuk ve ark., 2003; Ferreira ve ark., 2004; Gutarts ve ark., 2005).

Yapılan çalışmalara göre kanal aletleri kök kanal yüzeyinin %35-61'ine temas etmemektedir. (Peters ve ark., 2001; Wu ve ark., 2003). Ulaşılamayan bu alanlarda bulunan debris, mikroorganizmalar ve yan ürünleri kanal dolgusunun ideal adaptasyonunu engellemektedir. Bu durum da periradiküler enflamasyonun oluşmasına ya da devamına yol açmaktadır (Skidmore ve Bjorndal, 1971; Naidorf ve ark., 1974; Wollard ve ark., 1976; Vertucci, 1984; Wu ve ark., 2001; Wu ve ark., 2002; Ardila ve ark., 2003).

Ayrıca günümüzde kullanılan döner ege sistemleri yalnızca kanalın merkez kısmına etki edebilmekte, yan kanallara, apikal deltalara, kanal isthmuslarına ve diğer anatomik sapmalara ulaşamamaktadır (Gutierrez ve Garcia, 1968; Haga, 1968; Walton, 1976; Schafer ve Zapke, 2000; Wu ve Wesselink, 2001; Tan ve Messer, 2002; Wu ve ark., 2003; Peters, 2004). Bu nedenle kök kanal tedavi esnasında tam

bir dezenfeksiyonun sağlanabilmesi için, etkili ve kaliteli bir yıkamanın yapılması kök kanal şekillendirilmesi kadar önemlidir (Haapasalo ve ark., 2010; Basrani ve Haapasalo, 2012).

Yıkama işleminin etkinliğinin ve kalitesinin mümkün olduğunca artırılması, yapılan tedavilerin de başarısını doğru orantıda yükseltmektedir. Ayrıca endodontik tedavi sırasında kullanılan yıkama solüsyonlarının etkinliği, solüsyonun kimyasal özelliğine, miktarı ve tazeliği kadar, ısısına, enjektör iğnesinin tipi penetrasyon derinliğine, çapına, solüsyonun kök kanalı ile olan temas süresine ve yüzey gerilimine bağlıdır (Hsieh ve ark., 2007; Hülsmann ve ark., 2007; Şen, 2010).

Smear tabakası, kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında kullanılan kanal aletlerinin kanal duvarlarına teması sonucunda oluşan bir yapıdır. Smear tabakası, elektron mikroskopunda amorf, irregüler ve granüler şekilde görülmektedir. Ayrıca Smear tabakası, nekrotik veya canlı pulpa dokusunu, mikroorganizmalar gibi organik komponentleri ve bazı spesifik olmayan inorganik bileşikler ile odontoblastik uzantıları içerir (Eick ve ark., 1970; Mc Comb ve Smith, 1975; Goldman ve ark., 1981; Pashley ve ark., 1988).

Smear tabakası, ilk olarak 1970 yılında Eick ve ark. (1970), tarafından yapılan bir SEM çalışmasında rapor edilmiştir.

Smear tabakasının, boyutları 0,5-15 μm arasında değişkenlik gösteren parçacıklardan oluştuğunu ve bu parçacıkların 0,05-0,1 μm çapına sahip mineralize fibrillerden meydana geldiği bildirilmiştir (Pashley ve ark., 1988; Şen ve ark., 1995).

1970 yılında Eick ve ark. (1970), smear tabakasını tanımladıktan sonra birçok araştırmacı tarafından smear tabakası incelenmiştir.

Brännström ve Johnson (1974), kavite preparasyonlarını inceledikleri SEM çalışmalarında 2-5 μm kalınlığında ve dentin tübüllerine çok az penetre olan bir tabakayı göstermişlerdir.

Lester ve Boyde (1977), smear tabakasını inorganik dentin üzerindeki organik maddeler olarak tanımlayıp sodyum hipoklorit ile yapılan yıkama sonucunda uzaklaştıramadığını bildirmişlerdir.

Goldman ve ark. (1981), smear tabakasının 1 μm kalınlığında oluşan bir tabaka olduğunu, inorganik bileşik yapısının daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Gilboe ve ark. (1980), Cameron (1988), kök kanal tedavisinde yapılan eğelemenin erken safhalarında oluşan smear tabakasının, kök kanalında bulunan nekrotik ve/veya canlı pulpa dokusundan dolayı organik içeriğinin daha fazla olduğunu ve smear tabakasının kalınlığının ise eğe lemede kullanılan kesici aletlerin keskinliğine, tipine ve dentinin ıslak ya da kuru kesilmesine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini saptamışlardır.

Cameron (1983), Mader ve ark. (1984), smear tabakasını; dentin tübül ağzlarını tıkayan 'yüzeyel smear tabakası' ve dentin tübülleri içinde ilerleyip biriken 'tübüller smear tabakası' olmak üzere iki kısma ayırmışlardır. Dentin kanallarındaki smear tabakası uzunluğunun ise 40 μm 'ye kadar görülebildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar smear tabakasının dentin tübüllerinin içerisine doğru penetre olmasına frezlerin ve kanal eğelerinin hareketinin neden olduğunu bildirmişlerdir.

Aktener ve ark. (1989), endodontik preparasyon sırasında, smear tabakasının dentin tübüllerine penetrasyonunun 110 μm 'ye kadar ulaştığını izlemişlerdir.

Cengiz ve ark. (1990), smear tabakasının dentin içine penetre olmasında dentin tübülleri ve smear tabakası arasında oluşan kapiller kuvvetler sebebiyle olduğunu saptamışlardır.

Endodontide smear tabakası, tanımlandığı zamandan günümüze kadar değerlendirilmekte olup, smear tabakasının kök kanal tedavisi esnasında kaldırılıp kaldırılmaması halen tartışma konusudur (McComb ve Smith, 1975; Clark-Holle ve ark., 2003; Violich ve Chandler, 2010).

Bazı araştırmacılar, smear tabakasının kök kanalı yüzeyinde bir duvar işlevi gördüğünü bu nedenle bakterilerin ve bakteri toksinlerinin, smear tabakası varlığında dentin tübülleri içine penetre olamadığını savunurken (Michelich ve ark., 1980; Safavi ve ark., 1990), bazı araştırmacılar ise bu yapının bakteriler için bir yaşam alanı oluşturduğunu ve kök kanalından tamamen uzaklaştırılması gerektiğini ileri sürmektedirler (Mader ve ark., 1984; Cameron, 1987; Meryon ve Brook, 1990).

Smear tabakasının uzaklaştırılmasını savunan araştırmacılar bunun nedenlerini aşağıdaki şekilde sıralamışlardır;

- 1) Fazla miktarda su içermesinden dolayı hacmi ve kalınlığı tahmin edilemez (Cergneux ve ark., 1987).
- 2) Bakteri, bakteri ürünleri ve nekrotik doku artıklarını içermektedir (Mc Comb ve Smith, 1975; Goldberg ve Abramovich, 1977; Wayman ve ark., 1979; Cunningham ve Martin, 1982). Bakteriler bu tabaka içinde yaşamını sürdürebilir hatta çoğalarak dentin tübüllerinin derinlere penetre olabilirler (Williams ve Goldman, 1985; Meryon ve ark., 1986; Meryon ve Brook, 1990).
- 3) Bakteriler için substrat görevi görüp, bakterilerin dentin kanallarının daha derin bölgelerine penetrasyonuna izin verir (George ve ark., 2005).
- 4) Dezenfeksiyon maddelerinin penetrasyonunu sınırlayarak etkinliğini azaltabilir (Mc Comb ve Smith, 1975; Outhwaite ve ark., 1976; Goldberg ve Abramovich, 1977; Wayman ve ark., 1979; Yamada ve ark., 1983). Haapasalo ve Orstavik (1987), smear tabakasının yokluğunda kafurlu monoklorofenolün, dentin kanallarını hızlı bir şekilde ve tümüyle dezenfekte ettiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar bir diğer

çalışmalarında, smear tabakasının varlığının, dezenfektanların etkinliğini geciktirdiğini ancak tümüyle engellemediğini göstermişlerdir (Orstavik ve Haapasalo, 1990). Brännström (1984), ise smear tabakasının kaldırılmasıyla dentin kanallarındaki bakterilerin yok edilebileceğini ve bu sayede canlı dokulara toksik etkili antibakteriyel ajanların daha düşük konsantrasyonlarda kullanılabileceğini bildirmiştir.

- 5) Kök kanal dolgusu ve dentin duvarı arasında bariyer oluşturarak kök kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu engeller (Mader ve ark., 1984). Yapılan çalışmalarda, smear tabakasının kök kanal dolgu ve patlarının kanal duvarlarına adezyonunu azalttığını ve dolayısıyla sızıntıya neden olduğu bildirilmiştir. Smear tabakası varlığında özellikle çinko oksit öjenol bazlı kök kanal dolgu maddelerinin kanal duvarlarına adezyonlarının önemli derecede azaldığı saptanmıştır (Lester ve Boyde, 1977; Cameron, 1983; Mader, 1984; Meryon ve Broke, 1990). White ve ark. (1987), smear tabakasının kaldırılmasıyla kanal patlarının dentin kanallarına penetre olabildiğini ve böylece sızıntının azalabileceğini belirtmişlerdir. Pashley ve Depew'de (1986), benzer şekilde, smear tabakası kaldırıldığı zaman mikrosızıntının azaldığını, ancak dentin permeabilitesinin arttığını rapor etmişlerdir. Aktener ve ark.'da (1989), kanal patlarının dentin kanallarına maksimum penetrasyonun hedeflendiği zaman smear tabakasının tamamen kaldırılması gerektiğini bildirmişlerdir. Okşan ve ark. (1993), smear tabakasının uzaklaştırıldığı zaman kanal patlarının dentin kanallarına 40-60 µm kadar girebildiğini saptamışlardır. Gençoğlu ve ark. (1993), ise smear tabakasının kaldırıldığında güta-perkanın uyumunun soğuk lateral kompaksiyon ve termoplastik doldurma yöntemleri kullanıldığında arttığını belirtmişlerdir. Gutmann (1993), smear tabakası kaldırıldıktan sonra termoplastik güta-perkanın dentin kanallarına pat kullanılmaksızın dahi adapte olabileceğini göstermiştir.

- 6) Smear tabakasının bağlanma özelliği zayıftır, homojen olmayan bir yapısı vardır ve zamanla parçalanıp dolgu maddesi ve kanal duvarı arasında boşluk oluşturabilir. Bu durum sonucunda ise bakteriler, kök kanal dolgusu ve kök

kanal duvarı arasından kendilerine yol edinerek apikal bölgeye ulaşabilirler (McComb ve Smith, 1975; Yamada ve ark., 1983; Byström ve Sundqvist, 1985; Cergneux ve ark., 1987; Foster ve ark., 1993; George ve ark., 2005; Violich ve Chandler, 2010).

Smear tabakasının kalması gerektiğini savunan araştırmacılara göre; smear tabakasının kaldırılması dentin geçirgenliğini arttırmakta, kök kanal patlarının örtücü özelliğini bozmakta ve bakterilerin dentin tübülleri içinde çoğalmasına izin vermektedir. Bu araştırmacılara göre smear tabakası dentin tübüllerini tıkayarak bir bariyer oluşturur. Bu bariyer sayesinde bakterilerin ve diğer irritanların geçişi engellenir (Michelich ve ark., 1980; Pashley ve ark., 1981; Drake ve ark., 1994; Galvan ve ark., 1994).

Safavi (1990) ve Pashley (1992), kök kanallarının genişletilmesinden sonra kanalda kalan mikroorganizmaların smear tabakası ve uygun bir kök kanal maddesinin yardımıyla dentin kanallarına hapsedilebileceğini bildirmişlerdir. Ancak bu araştırmacılara karşın Williams ve Goldman (1985), hareketli bir bakteri olan *Proteus vulgaris*'i kullanarak yaptıkları çalışmalarında, smear tabakasının bu bakteri için tam bir bariyer olmadığını sadece bakteri geçişini geciktirdiğini belirtmişlerdir.

Bazı araştırmacılar da smear tabakasının varlığının veya yokluğunun çok önemli olmadığını belirtmişlerdir (Chailertvanitkul ve ark., 1996; Goldberg ve Abramovich., 1997).

Chailertvanitkul ve ark. (1996), yaptıkları sızıntı çalışmalarının sonuçlarına göre smear tabakasının varlığının veya yokluğunun sızıntıyı etkilemediğini bildirmişlerdir. Goldberg ve Abramovich. (1977), kanal patlarının kök kanal duvarlarına adaptasyonlarını etkinliklerini incelediği çalışmalarında smear tabakasının uzaklaştırıldığı ve korunduğu örneklerde bir fark bulamamışlardır.

1.1. Kök Kanallarının Yıkılması

Yapılan ex vivo ve klinik çalışmalarda, kök kanal anatomisinin kompleks yapısından dolayı mekanik preparasyonun tek başına kök kanallarından bakteriler ve onlara besin kaynağı olabilecek enfekte ve/veya enfekte olmayan doku artıklarından tamamen temizleyemediği gösterilmiştir. Ayrıca kök kanal duvarlarında mekanik preparasyon sırasında hiç dokunulmamış alanların kaldığı, dolayısıyla sadece mekanik preparasyon ile kök kanallarının tamamen temizlenemediği ve bu nedenle yıkama işleminin son derece önemli olduğu belirtilmiştir (Byström ve Sundqvist, 1981; Abou-Rass ve Piccinino, 1982; Peters ve ark., 2001; Nair ve ark., 2005; Mohammadi ve Abbott, 2009).

Kök kanallarının yıkılması işleminde debrisin kök kanallarından uzaklaştırılmasının yanı sıra, güvenlik ve etkinlik arasındaki dengenin sağlanması da amaçlanmaktadır. Dolayısıyla, güvenli ve etkili bir yıkama elde etmek için, iki veya daha fazla yıkama solüsyonunun belirli bir sırayla birlikte kullanılması ve yıkama solüsyonlarının çok düşük apikal basınç ile uygulanması gerekmektedir (Haapasalo ve ark., 2010).

Kök kanal tedavisi sırasında yıkama solüsyonlarının kullanılmasının amaçları şunlardır (Haapasalo ve ark., 2010; Basrani ve Haapasalo, 2012);

- Kök kanalında mekanik şekillendirme ile ulaşılamayan bölgeleri temizlemek,
- Kök kanal dentininin yüzeyini kayganlaştırarak, kök kanal aletlerinin kesme etkinliklerinin artırılmasını, daha rahat çalışmasını ve aletlerin daha az dirençle karşılaşmasını sağlamak,
- Kök kanalındaki mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etki göstermek,
- Kök kanal sistemi içerisindeki organik artıkların ortadan kaldırılması ile kalan mikroorganizmaların beslenmesinin önüne geçmek böylece sayı ve tiplerinin azaltılması sağlamak,

- Kök kanalının mekanik olarak şekillendirilmesi sonucunda ortaya çıkan debris mekanik ve kimyasal olarak uzaklaştırmak,
- Kök kanal tedavisi esnasında kullanılan dezenfektanların etkilerini arttırmak,
- Kanal dolgu maddelerinin ve antiseptiklerin kök kanal duvarına adaptasyonunu engelleyen smear tabakasını uzaklaştırmaktır.

İdeal bir kök kanalı yıkama solüsyonunda bulunması gereken özellikler de şu şekilde sıralanabilir (Zehnder, 2006; Basrani ve Haapasalo, 2012):

- Antibakteriyel spektrumu geniş olmalı ve biyofilmlerde organize olan anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara karşı yüksek antibakteriyel etki göstermelidir. Uygulama sonrasında kök kanalında rezidüel antimikrobiyal etkisi kalmalıdır.
- Düşük yüzey gerilimine sahip olmalıdır (Yüzey gerilimi sıvının yüzey alanını azaltan moleküller arası çekim kuvveti olup, sıvının yüzeye dağılımını veya dar alanlara penetrasyonunu önlemektedir. Solüsyonların yüzey gerilimi ısıyla ya da yüzey gerilimini azaltan kimyasal maddelerin ortama katılmasıyla düşürülebilir).
- Lubrikasyon özelliği ile kanal aletlerinin kanalda rahatça hareket etmesini sağlamalıdır.
- Kök kanalındaki artık organik, inorganik dokuları ve debrisleri çözebilmesi, yan kanallar, istmuslar, apikal ramifaksiyonlar ve dentin tübülleri gibi kanal aletlerinin ulaşamadığı yerlerde bu artıkların kanal içerisinden uzaklaştırılmalarını kolaylaştırmalıdır.
- Vital dokulara temas ettiğinde sistemik olarak nontoksik, periodontal dokulara nonkostik ve anaflaktik reaksiyona sebep olma potansiyelleri düşük olmalıdır.
- Endodotoksini inaktive edebilmelidir.
- Smear tabakayı kaldırabilmelidir.

- Daimi kron restorasyonların dişe bağlanma kuvvetini zayıflatmamalıdır.
- Dişin rengini değiştirmemelidir.
- Kök kanal dolgu maddesine olumsuz etkisi olmamalıdır.
- Raf ömrü uzun olmalı ve saklanması kolay olmalıdır.
- Maliyeti düşük olmalıdır.

Bu yukarıda sıralanan maddeler dikkate alındığında, günümüz endodonti pratiğinde kullanılan hiçbir yıkama maddesinin bahsedilen bu özelliklerin hepsine tek başına sahip olamadığı görülmektedir (Zehnder, 2006; Gu ve ark., 2009; Haapasalo ve ark., 2010).

Günümüze kadar kök kanal tedavisinde birçok yıkama yöntemi ve solüsyon kullanılmıştır. Yaygın olarak kullanılan yıkama solüsyonları şunlardır (Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010):

i. Kimyasal Ajanlar

a) Doku çözücü ajanlar

b) Antibakteriyel ajanlar

b₁) Bakteriostatik: Klorheksidin (CHX), bazı antibiyotikler

b₂) Bakterisidal: Sodyum Hipoklorit (NaOCl), bazı antibiyotikler

c) Şelasyon yapıcılar

c₁) Zayıf: Etidronat (HEBP)

c₂) Güçlü: Etilendiamintetraasetik asit (EDTA)

d) Birleşik ürünler (Doku çözücü ve antibakteriyel etki): MTAD, QMix, SmearClear, Tetraclean

ii. Doğal ürünler

Antibakteriyel ajanlar: Yeşil çay, Triphala

1.1.1. Çalışmamızda Kullandığımız Yıkama Solüsyonları

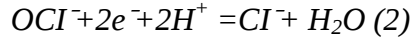
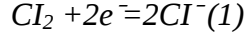
1.1.1.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Sodyum hipoklorit solüsyonları (NaOCl) ilk kez beyazlatma ajanı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonraları lohusa ateşi ve diğer enfeksiyöz hastalıklarının önüne geçmek amacıyla Labarraque (1777-1850) tarafından önerilmiştir. 19. yüzyılın sonlarında Koch ve Pasteur'ün kontrollü laboratuvar deneylerine dayanarak NaOCl dezenfektan olarak yaygın bir şekilde kabul görmüştür. I. Dünya savaşında kimyager Henry Drysdale Dakin ve cerrah Alexi Carrel, tamponlanmış %0.5'lik NaOCl ile enfekte nekrotik yaraların dezenfeksiyonunda kullanmış böylece solüsyonun kullanım alanını genişletmişlerdir. Sodyum hipokloritin geniş spektrumunun yanı sıra tüm mikroplara karşı spesifik olmayan öldürme etkisi keşfedilmiş, aynı zamanda sporisid ve virüs id olduğu ve doku çözücü etkinliğinin nekrotik dokular üzerine daha etkili olduğu belirtilmiştir (McDonnell ve Russell, 1999; Zehnder, 2006).

Alkali bir solüsyon olan NaOCl'in tedavi amacıyla kullanılan ticari formlarının pH'sı genellikle 10-12 civarındadır. Bu pH değeri solüsyonun kimyasal olarak stabil kalmasını sağlamaktadır (Sassone ve ark., 2003).

İçerisinde bulunan klorin, maddeye antibakteriyel özellik sağlamakta olup, dünyada en yaygın olarak bulunan elementlerden birisidir ve doğada sodyum, potasyum magnezyum ve kalsiyumla olan bileşiklerle bulunmaktadır. Sulandırılmış solüsyondaki aktif klorin, vücut ısısında iki formda bulunmaktadır: Hipoklorit (OCl^-) veya hipokloroz asit (HOCl). Bunların konsantrasyonları, element şeklindeki klorin miktarının elektrokimyasal olarak belirtilmesiyle 'aktif klorin' olarak ifade edilebilir.

Elemental klorinin elektrokimyasal yol ile açığa çıkması aşağıdaki denkleme göre şu şekildedir:



Aktif klorinin durumu solüsyonun pH'sına bağlıdır ve pH 7.6'nın üzerinde olduğunda hipoklorit formu baskındır. Bu pH'nın altında ise hipokloröz asit elde edilir. Her iki form da aktif oksitleyici ajanlardır. Endodontide yıkama solüsyonu olarak kullanılan saf hipoklorit solüsyonların pH'sı 12 dir. Böylece tüm aktif klorin, hipoklorit (OCl^-) formundadır. Aktif klorinin benzer seviyelerinde, hipokloröz asit hipokloritten daha bakterisittir. Bu sonuca göre, hipoklorit solüsyonlarının etkinliklerini arttırmanın bir yolu pH'sını düşürmektir. pH'sı düşük bu solüsyonların, aynı solüsyonların tamponlanmamış durumlarına göre vital dokular üzerinde daha az toksik etkilerini olduğu düşünülmektedir. Ancak solüsyonların pH'sı 9'un altına düşürülmemelidir. Çünkü solüsyondaki klor iyonu konsantrasyonu azalır, hipokloröz asit konsantrasyonu artar ve bu durum da toksisitenin artmasına sebep olur (Cotter ve ark., 1985; Zehnder, 2006; Alaçam, 2012a; s.:529-586).

1920'lerin başından itibaren endodontik yıkama solüsyonu olarak kullanılmaya başlanan NaOCl'in %0,5-6 arası değişen konsantrasyonları tercih edilmektedir. Günümüzde NaOCl'nin hangi konsantrasyonda daha etkin antimikrobiyal aktivite gösterdiğine dair ortak bir görüş bulunmamakla birlikte solüsyonun konsantrasyonu ile toksisitesin doğru orantılı olduğu bildirilmiştir (Basrani ve Haapasalo, 2012). NaOCl'nin toksisitesi ile ilgili çalışmalarda çelişkili sonuçlar elde edilmekle birlikte çok sayıda olgu bildiriminde periapikal dokular, göz, maksiler sinüs gibi çevre doku ve organlarla teması sonucu gelişen, dayanılmaz ağrılarla karakterize şiddetli doku yıkımları rapor edilmiştir (Becking, 1991; Yeşilsoy ve ark., 1995; Türkün ve Cengiz, 1997; Chang ve ark., 2001; Frais ve ark., 2001; Alaçam, 2012a; s.:529-586).

Solüsyonun istenmeyen bu etkilerini en aza indirme çabası ile araştırmacılar etkili olduğu bilinen %2.6–5.25 arasındaki konsantrasyonlar yerine çok daha düşük

konsantrasyonlarının kullanılmasını önermişlerdir (Türkün ve ark., 1998; Hülsman ve Hahn, 2000). Ancak düşük konsantrasyonlarda sitotoksik ve irrite edici özellikleri yanında, doku çözücü ve antibakteriyel etkilerinin de belirgin biçimde azaldığı belirtilmiştir (Türkün ve Cengiz, 1997; Türkün ve ark., 1998). Buna karşın NaOCl'nin doku çözücü etkisi birçok çalışmada değerlendirilmiş olup farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Zehnder ve ark. (2002), NaOCl'nin %1 gibi düşük konsantrasyonlarda bile nekrotik pulpa dokusu üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Goldsmith ve ark. (2002), NaOCl'nin %2,2'ye kadar seyreltilmesinin doku çözme etkisi üzerinde belirgin bir düşüş yaratmadığını fakat %0,5'lik NaOCl'nin etkisinin çok az olduğunu belirtmişlerdir.

Baumgartner ve Cuenin (1992), NaOCl'nin %0,5, %1, %2,5 ve %5,25'lik konsantrasyonlarının şekillendirilmemiş kanal duvarındaki predentin ve pulpa dokusu artıklarını tamamen uzaklaştırdığını ve NaOCl'nin düşük konsantrasyonlarının bile doku çözücü etkisi olduğunu göstermişlerdir.

NaOCl'nin doku çözücü etkinliğinin yanısıra, farklı konsantrasyonlardaki antibakteriyel etkisi de farklı yıkama solüsyonları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Siqueira ve ark. (2000), NaOCl'nin %1, %2,5 ve %5,25'lik konsantrasyonlarının *Enterococcus faecalis* inhibisyonunu sağladığını gözlemlemiş ve bu etkinin konsantrasyon ile arttığını belirtmişlerdir.

Byström ve Sundqvist (1985), %0,5 ve %5'lik NaOCl solüsyonlarının enfekte kök kanallarındaki antibakteriyel etkinliklerini 60 hasta üzerinde klinik olarak değerlendirmiş ve sonuç olarak iki solüsyonun antibakteriyel etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Ancak araştırmacılar %5'lik

NaOCl ile %15'lik EDTA solüsyonlarının ard arda kullanılmalarının NaOCl'in tek başına kullanımından daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Gomes ve ark.'nın (2001), NaOCl ve Klorheksidin'in değişik form ve konsantrasyonları üzerinde yaptıkları çalışmada, NaOCl'in en etkin antimikrobiyal konsantrasyonunun %5,25 olduğunu tespit ederlerken; solüsyonların antimikrobiyal etkinliklerinde zaman, konsantrasyon ve hangi solüsyonun kullanıldığının önemli olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca irrigasyon sırasında NaOCl'nin ısısının yükseltilmesinin NaOCl'nin antimikrobiyal ve doku çözücü etkilerini arttırdığını belirtmişlerdir.

Berber ve ark. (2006), tarafından yapılan bir başka in vitro çalışmada da, %0,5, %2,5 ve %5,25 olmak üzere NaOCl'nin üç farklı konsantrasyonunun *Enterococcus faecalis* üzerinde antibakteriyel etkinliğine bakılmış ve en etkili konsantrasyonun %5,25 olduğu tespit edilmiştir.

Yeşilsoy ve ark. (1995), kök kanallarında en sık karşılaşılan *Streptococcus mutans*, *Peptostreptococcus micros*, *Prevotella intermedius*, *Porphyromonas gingivalis*'e karşı %0,5, %2,5 ve %5,25'lik konsantrasyonlardaki NaOCl'nin etkisini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar sadece %5,25'lik konsantrasyondaki NaOCl'nin çalışmada test edilen tüm mikroorganizmalar üzerine etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Haapasalo ve ark. (2005), NaOCl'nin farklı konsantrasyonlarının etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada, süre faktörü göz önüne alındığında, konsantrasyonunun azalmasıyla bakterilerisid etki için gerekli sürenin uzadığını göstermişlerdir.

Vianna ve ark. (2004), %0,5'lik NaOCl'nin *Candida albicans*'ı öldürmesi için 30 dakika gerektiğini, oysa %5,25'lik NaOCl'nin 15 saniyede tüm mantar hücrelerini öldürdüğünü belirtmişlerdir.

Öncağ ve ark.'nın (2003), yüksek oranda rezistans özelliğine sahip *Enterococcus faecalis* üzerine çeşitli kök kanal irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkilerini karşılaştırmak için yaptıkları çalışmada, kök kanalında 48 saat bekletilen %5,25'lik NaOCl'nin 5 dakika bekletilen gruba oranla *Enterococcus faecalis* üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yukarıda belirtilen, NaOCl'nin farklı konsantrasyonlardaki ve süreye bağlı antibakteriyel etkisinin araştırıldığı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçların farklı çıkmasının sebepleri ortamda bulunan organik materyallerdir. Çünkü ortamda bulunan organik materyaller NaOCl'nin antibakteriyel aktivitesini değiştirmekte ve azaltmaktadır. Sodyum hipokloritin içerisindeki biyoasidin antibakteriyel etkisi için yeterli çalışma zamanına ihtiyaç vardır. Yine içerisinde bulunan klorin antibakteriyel etki ve doku çözmeden sorumludur. Klorin stabil olmayan bir maddedir ve etkisi çabuk kaybolur. En yüksek etkisini taze hazırlanmış solüsyonda gösterir dolayısıyla kanal içerisine taze hazırlanmış solüsyon bekletilmeden 2 dakika içerisinde uygulanmalıdır. Yüksek konsantrasyonlarda NaOCl'nin klorin deposu görevi görmesi nedeniyle gösterilen güvenilir antimikrobiyal etkiye, düşük konsantrasyonlu solüsyonlarda sık ve bol yıkama yapılarak da ulaşılabilmektedir (Byström ve Sundqvist, 1983;1985).

NaOCl solüsyonunun etkinliğinin artırılması, NaOCl'nin pH'sının artırılmasına ve sıcaklığının yükseltilmesine bağlıdır. Düşük konsantrasyondaki NaOCl solüsyonunun ısısının yükseltilmesi, kollojen çözme ve antimikrobiyal etkinliğini belirgin oranda artırmaktadır (Kamburis ve ark., 2003).

Isıtılmış NaOCl solüsyonlarının antibakteriyel etkinliği değerlendirildiğinde 5-60 °C sıcaklık aralığında her 5 °C sıcaklık artışında NaOCl'nin bakterisidal etkisinin iki kattan daha fazla arttığı bildirilmiştir. 45 °C'de, %1'lik NaOCl'nin insan dişi pulpasını çözme yeteneği 20 °C'de %5,25'lik NaOCl ile eşit bulunmuştur. Isıtılmış düşük konsantrasyonlu NaOCl solüsyonlarının sistemik toksisitesinin ısıtılmamış yüksek konsantrasyonlu solüsyonlardan daha az olduğu saptanmıştır (Sirtes ve ark., 2005).

NaOCl'nin ultrasonik aktivasyon ile birlikte uygulanması sonucunda oluşan kimyasal reaksiyonların hızlanacağı ve bu duruma bağlı olarak NaOCl'nin temizleme etkisinin artacağı belirtilmiştir (Cameron, 1983; Cheung ve Stock, 1993). Hipokloritin aktive olabilmesi, kesici özellik taşımayan endosonik uçlarla oluşturulan girdap hareketleri ile mümkün olmaktadır. Aynı zamanda ultrasonik enerjinin yıkama sıvısının sıcaklığını arttırarak da etkinliğini arttırabileceği düşünülmektedir (Cameron, 1983; Cheung ve Stock, 1993; Plotino ve ark., 2007; Van der Sluis ve ark., 2007).

Yapılan çalışmalarda NaOCl, kök kanallarına ultrasonik aperey ile uygulandığında ultrasonik aletlerin uçlarındaki titreşimle gönderilen enerjinin, solüsyonun doku çözme kapasitesini ve antibakteriyel etkinliğini artırdığı belirtilmiştir. (Haapasalo ve ark., 2010).

Yıkama solüsyonlarının etkinliklerinin değerlendirilmesinde antimikrobiyal etkinliklerinin yanısıra smear tabakasını kaldırabilmesi ve enfekte dentin kanalcıklarına penetre olabilmesi de önemli bir unsurdur. Sodyum hipoklorit güçlü organik doku eritici olması ve mekanik şekillendirme sırasında ortaya çıkan yüzeyel debris temizleyebilmesine rağmen, kanal duvarında oluşan smear tabakasını uzaklaştıramamaktadır (Haapasalo ve ark., 2010; Candeiro ve ark., 2011). Bu nedenle smear tabakasının uzaklaştırılmasında şelasyon ajanları ile birlikte kullanımı önerilmektedir (Hülsmann ve ark., 2003; Çalışkan, 2006; s.:315-350).

NaOCl'nin endodontide yıkama solüsyonu olarak kullanılmasının başlıca sebepleri şunlardır (Qing ve ark., 2006; Sassone ve ark., 2008; Haapasalo ve ark., 2010);

- ✓ Güçlü antimikrobiyal özellik göstermesi,
- ✓ Organik dokulara karşı doku çözücü olması,
- ✓ Düşük yüzey gerilimine sahip olması,
- ✓ Dentin tübüllerine kolayca düffüze olabilmesi,
- ✓ Kanal içerisinde kayganlaştırıcı özellik sağlaması,
- ✓ Kolay bulunup ucuz olmasıdır.

Bununla birlikte; NaOCl'nin;

- ✓ Dar ve yan kanalların yıkanmasında yetersiz olması,
- ✓ Yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığı zaman periapikal dokularda toksik etki göstermesi,
- ✓ Kötü tat ve kokusunun bulunması,
- ✓ Enfekte kök kanallarındaki bakterileri tamamen yok edememesi gibi bazı olumsuz özelliklere de sahip olduğu rapor edilmiştir (Haapasalo ve ark., 2010).

1.1.1.2. Klorheksidin (CHX)

Klorheksidin (CHX), ilk olarak 1953 yılında İngilterede antiseptik krem olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1957'den itibaren genel dezenfeksiyon amacıyla boğaz, göz ve deri enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılmaktadır.

Klorheksidin antimikrobiyal etkinliğini en çok 5,5-7,0 pH'larda gösteren, santral bir heksametilen zincirine bağlı iki adet bisguanidine grubu ve iki adet 4-clorophenyl halkası içeren simetrik, katyonik bir moleküldür. Klorheksidin'in kuvvetli bazı vardır ve tuz formunda daha stabildir (Greenstein ve ark., 1986; Basrani ve Haapasalo, 2012). Orjinal tuzları klorheksidin asetat ve hidroklorittir ancak her ikisinde suda az miktarda çözünür bu nedenle klorheksidin diglukonat daha yaygın kullanılan formudur (Foulkes, 1973; Zehnder, 2006).

Klorheksidin, ağız gargaralarında %0,1-0,2'lik konsantrasyonlarda kullanılırken endodontide kök kanal yıkama solüsyonu olarak tavsiye edilen konsantrasyonu %2'dir (Tablo 1) (Zamany ve ark., 2003).

Çizelge 1.1. Klorheksidin içeriği

MATERYAL	YÜZDESİ %
Klorheksidin glukonat	2
Su	97.5
Süpfaktan karışımı	0.49-0.50

Klorheksidin Gram (+) ve Gram (-) bakteriler, bakteriyel sporlar, lipofilik virüsler, maya ve dermofitleri içeren geniş bir antimikrobiyal etkinliğe sahiptir (Basrani ve Haapasolo, 2012). Düşük konsantrasyonda bakteriostatik, yüksek konsantrasyonda bakterisid etki gösterir ve dental dokular ve mukoz membran tarafından absorbe edilir. Bakterisid etkisi negatif yüklü hücre duvarına bağlanan pozitif yüklü (katyonik) moleküllere bağlıdır. Düşük konsantrasyonlarda hücre duvarı enzimleri inhibe olur ve permeabilitesi artar. Yüksek konsantrasyonlarda ise stoplazmik organeller çökerek, hücre duvarının parçalanması ile dışarıya çıkar (Fardal ve Turnbull, 1986; Ferguson ve ark., 2003; Alaçam, 2012a; s.: 529-586; Çalışkan, 2006; s.: 315-350).

Klorheksidin, mantar sporlarına karşı düşük antimikrobiyal etkinliğe sahiptir. Mikroorganizmaların hücre duvarına absorbe olup hücre içi bileşenlerin sızıntısına neden olarak antimikrobiyal etkinlik sağlarlar. Katyonik yapıda olan solüsyon bakterilerin anyonik bileşiklerine; Gram (+) bakterilerin teikoik asit yapısının fosfat gruplarına ve Gram (-) bakterilerin lipopolisakkarit yapılarına bağlanarak bütünlüklerini bozarlar. Bu durumda hücre duvarının geçirgenliği artar ve klorheksidin mikroorganizmaların hücre duvarından absorbe olarak hücre içi komponentlerin dışarı sızmasına neden olur (Yeşilsoy ve ark., 1995; Gomes ve ark., 2001).

Klorheksidin, NaOCl'ye göre daha az toksik bir maddedir. NaOCl'nin aksine klorheksidin antibakteriyel etkisi geçici değildir. Diş dokularına ve muköz membrana tutunarak uzun süreyle tedavi edici düzeyde salınım sağlar. Leonardo ve ark. (1999), %2'lik klorheksidin enstrümantasyondan 72 saat sonra bile rezidüel aktivitesinin devam ettiğini göstermiştir.

Sodyum hipoklorite benzer olarak daha az yoğunluktaki klorheksidinin de ısıtılarak kök kanal sistemi içerisindeki etkinliği artırılabilir. Solüsyonun ısıtılmasıyla sistemik toksisitesi de azalır (Evanov ve ark., 2004).

Klorheksidinin kanal içi medikaman ve yıkama solüsyonu olarak kullanımlarının, yeni çekilmiş dişlerin kök kanal florası üzerine olan etkileri araştırılmış ve her iki şekilde de klorheksidinin bakteri sayısını azalttığı gösterilmiştir (Delany ve ark., 1982).

Yeşilsoy ve ark. (1995), in vitro şartlarda %0,12'lik klorheksidinin antibakteriyel etkisinin %0,5'lik NaOCl'den daha fazla olduğunu ancak %5,25'lik NaOCl ile eşit etkinliğe sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Siquera ve ark. (1998), %2'lik ve %0,2'lik klorheksidinin antimikrobiyal etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Araştırmacılar ayrıca, bu farklı yoğunluktaki kullanılan klorheksidinin *Enterococcus faecalis*'i inhibe edebildiğini, %0,5'lik NaOCl'den daha fazla, %2,5'lik NaOCl'den daha az antimikrobiyal etkililiğinin olduğunu da belirtmişlerdir.

Ringel ve ark. (1982), %0,2'lik klorheksidin ve %2,5'luk NaOCl'nin kök kanal florasına etkilerini, nekrotik pulpalı dişlerde in vivo şartlarda incelemişlerdir. Sonuç olarak, %2,5'luk NaOCl'nin %0,2'lik klorheksidine kıyasla daha etkili olduğunu saptamışlardır.

İn vitro şartlarda yapılan bir diğer araştırmada ekspoz olmuş dentin ve pulpaya %0,2 ve %1'lik klorheksidin 20-40 dakika uygulanmış ve ardından *Enterococcus faecalis*'le kontamine edilmiştir. Sonuç olarak her iki konsantrasyondaki klorheksidin solüsyonunun pulpa ile dentine absorbe olduğu, antibakteriyel etkinin hemen oluştuğu ve *Enterococcus faecalis*'in büyümesinin 24 saat ile 1 hafta kadar engellendiği gösterilmiştir (Parsons ve ark., 1980).

Estrela ve ark. (2003), %2'lik sodyum hipoklorit ve %2'lik klorheksidinin antimikrobiyal etkilerini, direkt test ve agar diffüzyon testi ile değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında araştırmacılar, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* gibi farklı türdeki mikroorganizmaları kullanmışlardır. Sonuç olarak direkt testte NaOCl'nin, agar testinde ise klorheksidinin daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Kuruvilla ve Kamath (1998), yaptıkları in vivo çalışmalarında NaOCl ve klorheksidinin ayrı ve birlikte kullanımları durumunda antimikrobiyal aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Araştırmanın sonunda, klorheksidinin NaOCl'den daha etkili olduğunu ancak aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını, birlikte kullanılması durumunda ise antimikrobiyal etkinin belirgin şekilde arttığını vurgulamışlardır.

Şen ve ark. (1999), klorheksidinin ve NaOCl'in antifungal etkinliği üzerine yaptıkları çalışmalarında, smear tabakası varlığında her iki solüsyonun eşit derecede antifungal etkiye sahip olduğunu ve bu etkinin ortaya çıkabilmesi için solüsyonların kök kanal duvarı ile 1 saat temasta kalması gerektiğini, ancak smear tabakası kaldırıldığında ise, NaOCl'nin antifungal etkisinde bir artma olduğunu klorheksidin de ise böyle bir etkinin meydana gelmediğini belirtmişlerdir.

Basrani ve ark. (2007), NaOCl ile klorheksidinin etkileşimini araştırmışlar ve iki ajan karıştırıldığında bir tortu oluştuğunu ve bu tortu kıvamının NaOCl'in konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir. Bu iki maddenin sulu çözeltisinde klorheksidin yavaşça hidrolize olmakta ve toksik bir materyal olan para-kloroanilin (PKA) açığa çıkmaktadır. Aromatik amin olan bu maddenin birincil toksik etkisi methemoglobin oluşumudur (Chhabra ve ark. 1991). Bu madde insanda kısa süreli temas durumunda, methemoglobin oluşumunun belirtisi olan siyanoza neden olur. Bu sebeplerle kök kanal tedavisi sırasında bu iki materyalin PKA oluşumunu engellemek amacıyla kullanımı konusunda dikkatli olunması gerektiği belirtilmiştir (Basrani ve ark., 2007).

Tüm olumlu özelliklerine rağmen klorheksidinin, etkinliğinin pH nedeniyle sınırlı olması, organik doku varlığında etkinliğini kaybetmesi, organik ve inorganik doku çözücü etkisinin olmaması gibi bazı dezavantajları vardır. Bundan dolayı kök kanallarında yıkama solüsyonu olarak tek başına kullanılması tavsiye edilmez. Bunun yerine, enfekte kök kanallarında genişletme sonrası son yıkama solüsyonu olarak kullanımı tavsiye edilmektedir (Naenni ve ark., 2004; Zehnder, 2006; Şen, 2010).

1.1.1.3. EDTA (Etilendiamintetrasidik asit)

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

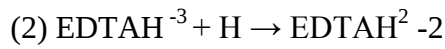
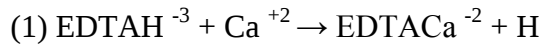
Kalsiyum-EDTA kompleksi, içindeki kalsiyum iyonları çözücü tarafından etkin bir şekilde çevrelendiğinden ve izole edildiğinden oldukça stabildir (Lee ve ark., 2007).

EDTA'nın dental sert dokular üzerindeki demineralizasyon etkisi, 'sabit çözünebilirlik ürünü' prensibi kullanılarak Nygaard Ostby tarafından şu şekilde açıklanmaktadır (Hülsmann ve ark., 2003);

Mineral içeriği esas olarak fosfat ve kalsiyumdan oluşan dentin gibi lipofobik maddeler su içerisinde eriyebilir. Bu reaksiyona EDTA'nın disodyum tuzu eklendiğinde, solüsyondan kalsiyum iyonları uzaklaşır. Bu da dentinden daha fazla

iyonun çözünmesine ve çözünen ürününün sabit kalmasına yol açar. Böylece EDTA gibi şelatörler kalsiyum ile kararlı kompleksler oluşturarak dentinin dekalsifikasyonuna neden olurlar. Mevcut bütün iyonlar bağlandığında, bir denge oluşur ve daha fazla çözünme meydana gelmez.

Calvo Perez ve ark.'da (1989), EDTA'nın deminerilizasyon etkisini 2 temel kimyasal reaksiyon ile açıklamıştır;



Birinci reaksiyonda EDTA'nın kalsiyuma bağlanması sonucunda oluşan hidrojen formasyonu, ikinci reaksiyonda ise birinci reaksiyonda oluşan hidrojenin reaksiyona girmemiş EDTA ile tepkimeye girip kalsiyum bağlama yeteneğinin azalması gösterilmiştir. Bu reaksiyon ilerledikçe, asit birikimi ve EDTA'nın hidrojenlenmesinin artmasıyla demineralizasyon oranı azalır.

Endodontide, EDTA'nın %10-%17 arasındaki konsantrasyonlarının kullanımı bildirilmiş olmasına karşın en sık kullanılan konsantrasyonu %17'dir (Tablo 2) (Kawasaki ve ark., 1999; Verdelis ve ark., 1999; Alaçam, 2012a; s.:529-586).

Çizelge 1.2. %17'lik EDTA'nın içeriği.

MATERYAL	MİKTAR
Disodyum tuzu	17,00 g
Distile su	100 ml
5 mol sodyum hidroksit	9.25 ml

Endodontide EDTA, sıvı veya pat şeklinde kullanılmaktadır. Çeşitli çalışmalarda sıvı ya da pat tipi EDTA preparatlarının 1 ve 5 dakikalık uygulamalarının iyi bir temizleme etkinliği sağladığı gösterilmiştir (Yamada ve ark., 1983; Cergneux ve ark., 1987; Çalt ve Serper, 2000; Hülsmannve ark., 2002; Çalt ve Serper, 2002; Scelza ve ark., 2003).

Seidberg ve Schilder (1974), EDTA'nın demineralizasyon özelliğinin kendi kendini sınırlayabildiğini bildirmişlerdir. EDTA, tıkalı ve çok ince kanalları açabilmekte ve 50 µm derinliğe kadar dekalsifikasyon etkisi gösterebilmektedir. Karşılıklı iki kanal duvarı düşünüldüğünde bu derinlik 100 µm'a yani 10 numaralı eğenin uç çapına denk gelmektedir (Metzger ve ark., 2011).

Dentin demineralizasyonunun, EDTA'nın pH'sına ve konsantrasyonuna bağlı olup olmadığı çeşitli araştırmacılar tarafından değerlendirilmiştir.

Cury ve ark. (1981), EDTA'nın pH değerinin dentin demineralizasyon derecesini etkilediğini ve en fazla demineralizasyonun pH 5.0-6.0 arasında meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Serper ve Çalt (2002), farklı konsantrasyon ve pH'lardaki EDTA'nın demineralizasyon etkisini incelemişler ve %17'lik konsantrasyonun %10'luk konsantrasyona göre ve nötral pH'nın da, pH 9'a göre daha fazla demineralizasyona neden olduğunu belirtmişlerdir.

Kök kanalından smear tabakasının uzaklaştırılmasında EDTA solüsyonun pH'sı kadar uygulanma süresinin de önemli olduğu belirtilmiştir.

McComb ve Smith (1975), şelasyon maddesinin kök kanalında 14 saat bekletildiği takdirde daha iyi bir etki gösterebileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, $^{45}\text{Ca}^{+2}$ ile işaretlenmiş EDTA'nın otoradyografik izlenmesi sonucunda 5 dakikalık ve 24 saatlik çalışma zamanları arasında solüsyonun gerçekleştirdiği penetrasyon derinliği açısından herhangi bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Scelza ve ark. (2004), %17'lik EDTA'nın dekalsifikasyon etkisinin zamanla çok az arttığını ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir.

Çalt ve Serper (2002), pH'sı 7,4 olan %17 EDTA'nın 1 dakika süre ile uygulanmasının smear tabakasını uzaklaştırdığını, sürenin arttırılması sonucu peritübüler ve intertübüler dentinde erozyon meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, 10 ml EDTA'nın 1 dakika süresince uygulanmasının smear tabakasının uzaklaştırılmasında yeterli olduğunu, 10 dakika EDTA uygulamasının ise peritübüler veya intratübüler dentinde yoğun erozyona yol açtığını bildirmişlerdir.

Ancak bu tür bir erozyona tek başına EDTA irigasyonundan çok EDTA ve NaOCl solüsyonlarının kombine kullanımının neden olduğu öne sürülmüştür (Niu ve ark., 2002).

Yukarıdaki çalışmalara dayanarak şelasyon maddelerinin kullanımında uygun çalışma zamanını belirlemek çok önemlidir. Sıvı veya jel şelasyon maddelerinin uygulama süreleri ile ilgili üzerinde uzlaşmış bilgiler bulunmamaktadır. Temizleme etkisinin şelat uygulanmasından birkaç dakika sonra başladığı görülmektedir (Alaçam, 2012a; s.: 529-586). Tüm bu bulgulara rağmen klinik koşullar altında pat ve sıvı şelasyon maddeleri için optimum miktar ve çalışma zamanına yönelik kesin bir veri halen belirlenememiştir (Çalışkan 2006, s.: 315-350).

EDTA, kuvvetli bir bakterisit ajan değildir ancak belirli bir antibakteriyel etkisi vardır ve bu etki yine konsantrasyon ve pH'ya bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Antibakteriyel etki bakteri ile uzun süre direkt temas sonucu meydana gelmektedir ve bu etkinin bakterilerin dış membranındaki katyonların şelasyonu nedeniyle olduğu düşünülmektedir. EDTA, Gram (-) bakterilere karşı etkili iken, Gram (+) bakterilere karşı etkisi yoktur.

Yoshida ve ark. (1995), %15'lik EDTA solüsyonunun etkinliğini ultrasonik kullanımı ile inceledikleri çalışmalarında, bir hafta boş bıraktıkları kanalların 129'unun 93'ünde bakteriye rastlamamışlardır.

Orstavik ve Haapasalo (1990), dentin tübülleri içerisinde 100-300 µm derinlikte bulunan *Streptococcus sanguis* sayısının 5 dakikalık NaOCI uygulamasından sonra azaldığını ancak %17'lik EDTA kullanımı ile dezenfeksiyonun sağlanamadığını bildirmişlerdir.

Fidalgo ve ark. (2010), farklı irrigasyon solüsyonlarının *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis* ve *Staphylococcus aureus* üzerine inhibisyon etkilerinin incelediği çalışmada %17'lik EDTA'nın belirtilen türler üzerine bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

EDTA, smear tabakasının sadece inorganik yapısına etki ettiği için organik artıkların da uzaklaştırılması amacıyla %0,5–5,25'lik NaOCI ile EDTA'nın kombine kullanılması önerilmektedir (Goldmann ve ark., 1982; Yamada ve ark., 1983; White ve ark., 1984; Stewart, 1986; Baumgartner ve Mader, 1987; Cengiz ve ark., 1990; Tatsuta ve ark., 1999). Ancak EDTA ile NaOCI birlikte kullanıldığında, NaOCI'nin doku çözücü etkinliğini azalırken EDTA Ca^{+2} ile bağlanma yeteneğini sürdürür. Bu nedenle her iki solüsyonun ayrı ayrı kullanılması önerilmektedir (Grawehr ve ark., 2003).

1.1.1.4. MTAD

MTAD Torabinejad ve Johnson tarafından 2003 yılında, smear tabakasının dentin erozyonu oluşmadan kaldırılması ve antimikrobiyal etki sağlanması amacıyla geliştirilen pH'sı 6,8 olan son yıkama solüsyonudur. Solüsyon piyasada iki bileşenli bir karışım olarak bulunmaktadır (Tablo 3) (Singla ve ark., 2011). İki bileşen karıştırıldıktan yıkama solüsyonu olarak kullanımı için 48 saat raf ömrü vardır (Clarkson ve ark., 2001).

Çizelge 1.3. MTAD'nin içeriği.

MATERYAL		MİKTAR
TOZ	Doksisiklin hiklat	%100
	Sitrik asit	<%5
LİKİT	Polisorbot (Tween 80)	%0,5

MTAD, geniş spektrumlu bir antibiyotik olan %3'lük doksisiklinin sudaki solüsyonu, demineralize edici ajan olarak sitrik asit ve yüzey aktif ajan olarak %0,5 polisorbot (Tween 80) deterjanı içermektedir. İçerisinde sudaki çözünürlüğü arttırmak amacıyla serbest bazlı doksisiklin monohidrat yerine doksisiklin hiklat kullanılmıştır. Son yıllarda yapılan in vitro araştırmalarda, MTAD'nin antimikrobiyal etkisinin geleneksel yıkama solüsyonlarının üzerinde olduğu gösterilmiştir (Shabahang ve Torabinejad, 2003; Torabinejad ve ark., 2003a; Portenier ve ark., 2006; Davis ve ark., 2007; Newberry ve ark., 2007).

Torabinejad ve ark.'nın (2003a), yaptığı in vitro çalışmada MTAD'nin *E. faecalis*'i 200 kez sulandırıldığında bile öldürmede etkili olduğu, NaOCl'nin 32 kez sulandırıldıktan sonra antibakteriyel etkisinin durduğu, EDTA'nın ise hiçbir antibakteriyel etkisinin olmadığı gösterilmiştir. Bu çalışmanın diğer bir bulgusu olarak da sadece MTAD'nin *E. faecalis*'i iki ya da beş dakika uygulandığında öldürebilmesi gösterilmiştir.

Portenier ve ark. (2006), MTAD ve %2'lik klorheksidinin *E. faecalis*'in bütün suşlarını hızlıca öldürdüğünü saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, ortamda dentin veya sıgır albuminin bulunması sonucunda bu materyaller için öldürme etkinliklerinde belirgin bir gecikmeye neden olduğunu belirtmişlerdir.

Shabahang ve Torabinejad (2003), %1,3'lük NaOCl'nin kök kanal yıkama solüsyonu olarak kullanılmasının ardından MTAD'nin kullanılmasının, daha yüksek konsantrasyonda NaOCl'nin ardından son yıkama olarak EDTA ve NaOCl kullanılması gibi uygulanan yıkama rejimlerine göre *E. faecalis*'i öldürmede daha etkili olduğunu göstermişlerdir.

Newberry ve ark. (2007), %1,3'lük NaOCl'nin 5 ml 15 dakika kök kanalına uygulanmasını takiben MTAD kullanmışlar ve *E. faecalis*'in 8 suşunun 7'sinin büyümesinin önlenmesinde etkili olduğunu saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, minimum inhibitör konsantrasyon/minimum lethal konsantrasyon (MIC/MLC) testlerinde MTAD'nin 1:8192 kere dilüe edildiğinde *E. faecalis*'in çoğu suşlarının büyümesini inhibe ettiğini, 1:512 kere dilüe edildiğinde ise *E. faecalis*'in çoğu suşunu öldürdüğünü tespit etmişlerdir.

Bu sonuçlara benzer olarak Davis ve ark. (2007), MTAD'nin NaOCl, klorheksidin ve dermasin (süperoksit su)'e göre *E. faecalis* için önemli ölçüde daha fazla mikrobiyal alan inhibisyonu yaptığını belirtmişlerdir.

MTAD'nin antimikrobiyal etkisinin diğer yıkama rejimlerine göre üstünlüğünü gösteren bu çalışmaların aksine literatürde bu solüsyonun daha az optimal antimikrobiyal aktivitesi olduğunu gösteren çalışmalarda mevcuttur (Dunavant ve ark., 2006; Kho ve Baumgartner, 2006; Baumgartner ve ark., 2007; Giardino ve ark., 2007; Krause ve ark., 2007; Mohammadi ve ark., 2012).

Kho ve Baumgartner (2006), yaptıkları çalışmada *E. faecalis* ile enfekte ettikleri köklere %5,25'lik NaOCl'yi takiben %15'lik EDTA ve %1,3'lik NaOCl'nin ardından MTAD uygulamışlar ve köklerin apikal 5 mm'sinde her iki irrigasyon rejiminin arasında antimikrobiyal etki farkı olmadığını saptamışlardır.

Dunavant ve ark. (2006), *E. faecalis*'in biyofilmlerinin eliminasyonunda %2'lik klorheksidin, MTAD ve EDTA'nın ticari preparatları (REDTA ve Smear Clear) gibi diğer irriganlara göre %6'lık ve %1'lik NaOCl'nin önemli ölçüde daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Baumgartner ve ark. (2007), tarafından yapılan bir çalışmada %5,25'lik NaOCl'nin ardından %15'lik EDTA ile irriga edilen kanallarda *E. faecalis* üremesi

bulunmazken, %1,3'lük NaOCl'yi takiben MTAD ile irrigé edilen kanalların %50'sinde *E. faecalis* üremesi bulunmuştur.

Giardiono ve ark. (2007), %5,25'lik NaOCl, MTAD ve Tetraclean'nin (doksisisiklin hiklat, bir asit ve deterjan karışımı) *E. faecalis* biyofilmi üzerine antibakteriyel etkilerini karşılaştırmışlar ve sadece %5,25'lik NaOCl'nin tüm zaman aralıklarında biyofilmi kaldırdığını ve ayrıştırdığını, Tetraclean'nin MTAD ile karşılaştırıldığında kabul edilebilir bir zaman aralığında daha yüksek oranda biyofilm ayrıştırdığını tespit etmişlerdir.

Mohammadi ve ark. (2012), benzer bir çalışmada *E. faecalis* ile enfekte ettikleri sığır kök dentinlerinde %5.25'lik NaOCl, MTAD ve Tetraclean'nin antibakteriyel etkisini değerlendirmişlerdir. Araştırmada, Tetraclean bütün deney periyotlarında istatistiksel olarak önemli ölçüde daha fazla antibakteriyel aktivite göstermiştir. Bununla birlikte 7., 14., 21. ve 28. günlerde MTAD NaOCl'ye göre daha etkili antibakteriyel aktivite göstermiştir.

Krause ve ark. (2007), 100mg/ml doksisisiklin, %10'luk sitrik asit, %5,25'lik NaOCl ve MTAD'yi sığır dişlerinde dentin yüzeyindeki *E. faecalis*'i kaldırabilme kabiliyetlerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar NaOCl ile doksisisiklini, serum fizyolojik ve MTAD'den daha etkili bulurlarken, dentinin daha derin yüzeylerinde ise NaOCl'i diğer irriganlara göre önemli ölçüde etkili bulmuşlardır. Agar diffizyon ortamında ise doksisisiklinin, MTAD, NaOCl ve sitrik asite göre daha etkili olduğunu göstermişlerdir.

Mohommadi (2007), 3 farklı yıkama solüsyonunun (MTAD, %1,3'lük NaOCl, %2'lik klorheksidin) antifungal dayanıklılığını sığır dentini üzerinde in vitro olarak karşılaştırmıştır. Araştırmacı MTAD'nin %1,3'lük NaOCl'ye ve %2'lik klorheksidine göre daha dayanıklı olduğunu bulmuş ve MTAD'nin antifungal dayanıklılığını en az 28 gün boyunca kanalda koruduğunu belirtmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları Khademi ve ark.'nın (2006) 100mg/ml doksisisiklin kullanarak benzer şekilde yaptığı çalışmayla zıtlık göstermesinin sebebini araştırmacı MTAD'nin içeriğinde bulunan deterjanın (Tween 80) yüzey enerjisini düşürerek dentin tübüllerine daha iyi penetre olabilmesine bağlamıştır.

Ruff ve ark. (2006), son yıkama olarak kullanıldığında %6'lık NaOCl ve %2'lik klorheksidinin antifungal etkilerinin eşit ve MTAD ve %17'lik EDTA'dan önemli ölçüde üstün olduğunu göstermişlerdir.

MTAD'nin smear tabakayı kaldırmada EDTA ve NaOCl ile karşılaştırıldığı çeşitli çalışmalarda özellikle apikal uçluda daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Torabinejad ve ark., 2003b; Mozayeni ve ark., 2009).

Torabinejad ve ark. (2003b), MTAD'nin etkili bir şekilde smear tabakayı kaldırdığını ve %5,25'lik NaOCl'in ardından kullanıldığında EDTA ile karşılaştırıldığında dentin tübül yapısında önemli ölçüde bir değişikliğe neden olmadığını göstermişlerdir. Araştırmacılar EDTA ve MTAD'yi smear tabakasını kaldırma yönünden SEM'de karşılaştırılmış, her iki solüsyonda son yıkamada olarak kullanıldığında köklerin koronal ve orta üçlüsünde aralarında anlamlı bir fark görülmezken, apikal uçluda MTAD'nin EDTA'ya göre istatistiksel olarak önemli ölçüde daha fazla smear tabakasını kaldırdığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca koronal ve orta üçludaki dentinde EDTA kullanılan gruplarda MTAD kullanılan gruplara göre istatistiksel olarak önemli ölçüde daha fazla erozyon gözlemlemişlerdir.

NaOCl'nin değişik konsantrasyonlarının (%1.3, %2.6 ve %5.25) ardından MTAD'nin kullanılmasının smear tabakayı kaldırmadaki etkinlikleri karşılaştırıldığı çalışmada gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemekle birlikte, ara yıkamada düşük konsantrasyonda NaOCl'nin ardından MTAD'nin kullanılmasının smear tabakayı kaldırmada etkili olduğunu ve dentin tübüllerinde yapısal değişikliğe neden olmadığı belirtilmiştir (Torabinejad ve ark., 2003c).

Andrabi ve ark. (2012), %3'lük NaOCl, %17'lik EDTA, MTAD ve Smear Clear'in smear tabakası kaldırma yeteneğini SEM ile incelemişlerdir. Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında ara yıkama olarak tüm gruplarda her ege değişiminde %3'lük NaOCl'nin kullanıldığı çalışmada EDTA ve Smear Clear gruplarında orta ve koronal üçlüde apikal üçlüye göre daha etkili smear tabakanın kalktığını gözlemlenmişken, her üç bölge arasında istatistiksel olarak önemli ölçüde fark bulunmamıştır. MTAD ile son yıkama yapılan grupta ise her üç bölge arasında smear tabakanın kaldırılması açısından istatistiksel olarak fark çıkmamakla birlikte, apikal üçlüde diğer iki yıkama solüsyonuna göre istatistiksel olarak daha fazla smear tabaka kaldırıldığı gösterilmiştir.

Bu üç çalışmanın sonuçlarına zıt olarak Mancini ve ark.'nın (2009), yaptığı çalışmada MTAD'nin apikal üçlüde smear tabakasını kaldıramadığı görülmüş bu durum MTAD'nin üretici firmanın önerisi doğrultusunda kullanılmayıp 1ml ve 1 dakika boyunca uygulanmasından kaynaklanabileceğine bağlanmıştır.

Ghoddusi ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada smear tabakasını MTAD ve EDTA ile kaldırmışlar ve gruplar arasında bakteriyel sızıntı açısından anlamlı bir fark bulamamışlardır.

De-Deus ve ark. (2007), %5'lik sitrik asit ve MTAD'nin %17'lik EDTA'ya göre inorganik materyali önemli ölçüde hızlı çözdüğünü rapor etmişlerdir.

Etkili irrigasyonun bir başka özelliği de kalan pulpa dokusunu çözmesidir. Beltz ve ark. (2003), %5,25'lik ve %2,6'lık NaOCl'nin etkili pulpa çözücü olduğunu gösterdikleri çalışmada, EDTA'nın dentindeki inorganik materyalin %70'ini ve pulpadaki organik materyalin %51'ini çözdüğünü göstermişler ve doku çözme bakımından MTAD'nin EDTA ile benzerlik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Kanal tedavisi için kullanılan materyaller çoğu zaman periapikal doku ile yakın temas içinde bulunur. Bu nedenle kök kanal irriganları çevre komşu dokulara

biyouyumlu olmalı ve sitotoksik olmamalıdır (Singla ve ark., 2011). MTAD'nin diğer irriganlara göre daha biyouyumlu ve daha az sitotoksik olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Zhang ve ark., 2003; Torabinejad ve ark., 2005; Ring ve ark., 2008; Yasuda ve ark., 2010).

Zhang ve ark. (2003), MTAD'nin sitotoksitesini çeşitli materyallerle karşılaştırmışlar ve MTAD'nin öjenol, %3'lük H_2O_2 , $Ca(OH)$ patı, %5,25'lik NaOCl, Peridex ve EDTA'ya göre daha az, %2,63 ve %1,3'lük NaOCl'ye göre ise daha fazla sitotoksik olduğunu belirtmişlerdir.

Pulpa rejenerasyon teknikleri endodonti için gelecek vaat etmektedir. Rejeneratif endodontik tedavinin başarısı için, tedaviden sonra dental pulpa kök hücrelerinin (DPSC) stimüle olarak kök kanal dentinine bağlanması önemlidir (Singla ve ark., 2011).

Ring ve ark. (2008), tarafından yapılan bir çalışmada, NaOCl/MTAD'nin sitotoksitesi NaOCl ve NaOCl/EDTA'ya göre daha az bulunmuş, bu da MTAD'nin NaOCl'den daha biyouyumlu olduğunu göstermektedir. Aktif madde olarak hipoklorikaistli bir ürün olan Aquatone-EC ve EDTA ile irrigasyon yapıldıktan sonra DPSC'nin kök kanalına ortalama olarak daha fazla sayıda tutunduğu görünmesine rağmen, NaOCl ve MTAD ile irrigasyon yapıldıktan sonra ortalama olarak en düşük hücre sayısı görülmüştür, MTAD ile tedaviden sonra bazı hücreler hala canlı kalarak rejeneratif tedavi için potansiyel bir role sahip olmuştur.

Yasuda ve ark. (2010), MTAD, H_2O_2 , EDTA, NaOCl ve CHX'in sitotoksitelerini karşılaştırmış MTAD'nin diğer solüsyonlara göre osteoblastların farklılaşmasında etkisi olmadığını ve daha az sitotoksik olduğunu göstermişlerdir.

Bazı araştırmacılar, yıkama solüsyonlarının dentin yapısı üzerindeki değişikliği ve kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımı etkisini değerlendirmişlerdir

(Erdemir ve ark., 2004; Schwartz, 2006; Soares ve ark., 2008a; Hashem ve ark., 2009; Shokouhinejad ve ark., 2010; 2012).

Wachlarowicz ve ark. (2007), EDTA veya MTAD kullanımının Resilon/Epiphany'nin bağlanma dayanımında bir farklılık yaratmadığını belirtmişlerdir.

De-Deus ve ark. (2008), farklı şelasyon ajanlarının Epiphany/Resilon dolgu sistemlerinin bağlanma dayanımına etkisini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar %17'lik EDTA, MTAD ve %1,25'lik NaOCl'yi karşılaştırıldığında, hafif şelasyon yapıcı solüsyon %18'lik etidronat (1-hydroxyethylidene-1,1-bisphosphonate; HEBP) en yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. Araştırmacılar etidronatın uygulandığı gruptaki bu yüksek bağlanma dayanımını hibridizasyon için daha geniş intratübüler dentin alanı sağlayan düşük şelatlayıcı yeteneğine bağlamışlardır. EDTA ve MTAD uygulanan grupların ortalama bağlanma değerleri vermesini ise bu solüsyonların kollajen ağlarının çökmesine sebep olan daha fazla derinlikte dentin demineralizasyonu oluşturmaya ve bununla adezivlerin infiltrasyonuna izin vermemesi şeklinde açıklamışlardır.

Hidrofilik yapıda olan ActiV GP'nin MTAD irrigasyonundan sonra bağlanma dayanımının değerlendirildiği bir başka çalışmada da MTAD kullanıldığında EDTA kullanımına göre ActiV GP'nin bağlanma dayanımını istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. MTAD kullanıldığında ActiV GP'nin bağlanma dayanımındaki bu yüksek değer MTAD'nin içeriğindeki yüzey aktif ajan olan Tween 80'in dentin yüzey enerjisini ve dentin ıslanabilirliğini artırmasına dolayısıyla cam iyonomer içerikli patın bağlanması için uygun dentin yüzeyi sağlanmış olmasına bağlanmıştır (Hashem ve ark., 2009).

Shokouhinejad ve ark. (2010), Resilon/Epiphany SE ve güta-perka/AH 26'nin %1,3'lük NaOCl'nin ardından MTAD ve %5,25'lik NaOCl'nin ardından %17'lik EDTA ile son yıkama yapılmasından sonra bağlanma dayanımlarını değerlendirmişlerdir. Resilon/Epiphany SE gruplarında iki irrigasyon protokolündeki

bağlanma dayanımını benzer bulurlarken, AH 26/güta-perka gruplarında EDTA ile final irrigasyon yapılması MTAD'ye göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri verdiğini saptamışlardır. Bağlanma dayanımı değerindeki bu farklılık EDTA'nın dentin ıslanabilirliğinin azaltmasına ve AH 26 gibi hidrofobik yapıdaki epoksi rezin esaslı patların bağlanmasını bu şekilde arttırmasıyla açıklamışlardır.

Sayın ve ark. (2009), MTAD'nin, %1,25'lik NaOCl'nin, %5,25'lik NaOCl'nin ve %2'lik klorheksidinin kök dentininden Ca^{+2} iyonu kaldırma derecesini karşılaştırmışlar ve MTAD'nin 5 dakikada en az miktarda Ca^{+2} iyonu çıkardığı göstermişlerdir.

Tay ve ark. (2006a), mekanik olarak enstrümente edilmiş intraradiküler dentinin irrigasyondan sonraki yapısını incelemişlerdir. Hem EDTA hem de MTAD'nin dentin tübülleri etrafında demineralize kollojen matriks oluşturmuş olduğunu gözlemlemişler ve 5 dakikalık uygulama zamanı yerine 2 dakikalık prosedürü önermişlerdir.

MTAD'nin, NaOCl'den sonra son yıkama solüsyonu olarak kullanımı sonrasında ışık etkisi ile dişte renkleşme etkisinin olabileceğini ileri sürülmüştür. NaOCl ile MTAD karışımında redoks reaksiyonu ile kahverengi renkleşmeler ortaya çıktığı ve doksisiklinin antimikrobiyal etkinliğinde azalma olabildiği ve MTAD'nin NaOCl ile oksidasyonunun antimikrobiyal etkinlikte sınırlı bir azalmaya neden olduğu rapor edilmiştir. Araştırmacılar NaOCl/MTAD ile kuron ve kök dentininin boyanmasının önüne geçilebilmesi için MTAD uygulanmasından önce NaOCl uygulanan dentine redüksiyon maddesi olarak askorbik asit uygulanmasının yararlı olabileceğini bildirmişlerdir (Tay ve ark., 2006b).

MTAD'nin post operatif ağrı oluşumundaki etkisi de değerlendirilmiştir.

Torabinejad ve ark. (2005), yaptıkları bir in vivo çalışmada %1,3'lük NaOCl ve MTAD'nin, %5,25'lik NaOCl ve %17'lik EDTA'nın kullanımı ile

karşılaştırıldığında postoperatif ağrı insidansında artmaya sebep olmadığını rapor etmişlerdir.

Özetlenecek olursa, MTAD'nin diğer irriganlara göre tercih edilebilecek özellikleri şunlardır (Singla ve ark., 2011);

- Kabul edilebilir antimikrobiyal etki sağlaması,
- Smear tabakasını iyi bir şekilde kaldırması,
- Dentin yapısı üzerinde daha az yan etki oluşturmaması,
- Dentine yapışmayı daha iyi teşvik etmesi,
- Biyouyumluluğunun iyi olmasıdır.

Eksiklikleri ise şu şekilde sıralanabilir:

- Optimum antibakteriyel aktivitesin az olması,
- Revaskülarizasyon prosedürlerinde dental pulpa hücrelerine daha az uyumluluk göstermesi,
- Yüksek maliyetli olması,
- Düşük raf ömrü göstermesi,
- İstenmeyen depolanma etkisinin bulunmasıdır (MTAD'de Tetrasiklinden kaynaklanan bu istenmeyen depolanma etkinin herhangi bir ilaç da bulunması invitro olarak bakteriyel büyümenin inhibisyonu olarak ifade edilebilsede in vivo olarak bakteri büyümesini engellemesi ve öldürmesinden dolayı değildir ve bunlara ilaveten, test edilen örneklerin büyüme ortamı içerisinde yüksek konsantrasyonda olmasıdır. Genellikle lokal olarak kullanılan antibiyotiklerin yaygın olan depolanma etkileri özellikle antibiyotiklerin yüksek konsantrasyonda kullanılmasıyla oluşur (Lounis ve ark., 2008).

1.1.1.5. QMix

QMix yapısında antimikrobiyal ajan bulunduran ve smear tabakasını uzaklaştırmak için geliştirilen pH'sı 7,5 olan yeni bir endodontik son yıkama solüsyonudur. QMix, EDTA ve CHX içermektedir. QMix karıştırılma gerektirmeyen kullanıma hazır berrak bir solüsyondur (Stojicic ve ark., 2012).

EDTA ve CHX'in karıştırılmasının beyaz bir çökelti oluşturduğu bilinmektedir (Rasimick ve ark., 2008). QMix'de ise bu durum kimyasal kompozisyonu sayesinde önlenmiştir. Son yıllarda endodontik irrigasyonda NaOCl ve CHX arasında meydana gelen karsinojenik çökelti oluşumu endişe vermektedir. CHX'in içermesine rağmen NaOCl'in QMix ile karıştırılması herhangi bir çökelti oluşturmamakta ve solüsyon kahverengi-turuncu renge dönüşmemektedir (Stojicic ve ark., 2012).

İçeriğinde antimikrobiyal ajan olarak bisbiguanide, kalsiyum şelat yapıcı olarak poliaminokarboksilik asit, saline ve surfaktan karışımı bulunan QMix (Tablo 4), MTAD'ye göre bakteriyel biyofilmlere göre daha etkili bulunmuştur. Pulpal debris ve kanal duvarlarından smear tabakayı kaldırma yeteneği ile ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır (Qian ve ark., 2011).

Çizelge 1.4. QMix'in içeriği

MATERYAL	MİKTAR (%)
Etilendiamin tetra asedik acid disodyum dihidrat	<15
Klorheksidin diglukonat	N/a
saline ve surfaktan karışımı	N/a

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, hem kullanım kolaylığı hem NaOCl'nin demineralizasyon yapan ajanların ardından kullanılmasının dentinal erozyon yapması, nedeniyle NaOCl ve EDTA'nın ard arda kullanılmasının yerine son yıkama solüsyonu olarak MTAD ve QMix gibi bileşik ajanlar önerilmiştir (Qian ve ark., 2011). Araştırmacılar smear tabakası kaldırıldığında kalan bakterilere karşı başka bir dezenfektanın son yıkama olarak kullanılmasının akılcı olduğunu, QMix'in de bu

anlamda sodyum hipokloritle birlikte kullanıldığında dentinal erozyon yapmadan son yıkama yapma imkânı sunduğunu belirtmişlerdir (Stojicic ve ark., 2012).

QMix'e yüzey aktif ajan ilave edilmesinin gerekçesi solüsyonun yüzey basınç enerjisinin düşürülmesi ve ıslanabilirliğinin artırılmasıdır (Rasimick ve ark., 2008).

QMix'in içeriğinde bulunan, klorheksidin antibakteriyel bir ajandır (Gomes ve ark., 2001; Giardino ve ark., 2006; Manzur ve ark., 2007; Dai ve ark., 2011). CHX'in diğer ilginç bir özelliğide hidrojen peroksit (Heling ve Chandler, 1998) ve setrimid (Portenier ve ark., 2006; Arias-Moliz ve ark., 2012) gibi çeşitli bileşiklerin etkisine katkı göstermesidir. CHX'in bir diğer avantajıda dentin tarafından absorbe edilmesi ve dentin yüzeyindeki mikrobiyal kolonizasyonun oluşmasını önlemesidir (Ferretti ve ark., 1990). QMix içeriğinde bulunan EDTA sayesinde, smear tabakasını kaldırmaktadır. Ayrıca EDTA'nın şelasyon yaparak gram negatif bakterilerin hücre duvarında hasar yaptığı ve bakteri hücre membranından çift değerli katyonlar çıkararak (Mg ve Ca) hücre permeabilitesinin azalmasına sebep olduğu da bildirilmiştir (George ve ark., 2009).

Biyofilm ve planktonik fazdaki *E. faecalis* ve karışık plak bakterilerinin antimikrobiyal etkisini belirlemek için yapılan çalışmada QMix ile MTAD, %20'lik stok çözeltisinde hazırlanan %2'lik klorheksidin glukonat, %1'lik NaOCl ve %6'lık stok solüsyonundan distile su ile dilüe edilen %2'lik NaOCl karşılaştırılmıştır. Çalışmada steril ticari su kontrol grubu olarak kullanılmıştır. QMix ve %1'lik NaOCl planktonik bakterileri öldürmede %2'lik CHX ve MTAD'den daha üstün bulunmuş, *E. faecalis*'i ve karışık plak bakterilerini 5 saniyede başarılı bir şekilde elimine etmiştir. 1000 kez seyreltilmiş MTAD bakteriyel üremeyi baskılamış, %2'lik CHX sadece orta derecede depolanma etkisi göstermiştir. %1'lik ve %2'lik NaOCl hiç depolanma etkisi göstermemiştir. Biyofilm deneylerinde QMix ve %2'lik NaOCl biyofilm bakterilerini 1 ve 3 dakikada 2-12 kez daha fazla öldürerek %1'lik NaOCl, %2'lik CHX ve MTAD'ye göre daha üstün bulunmuştur. %2'lik NaOCl 1 dakikada QMix'e göre plak bakterilerine göre daha etkiliyken, 3 dakikada QMix diğer solüsyonlara göre daha çok bakteri öldürmüştür. Buna rağmen %2'lik NaOCl ile

aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Çalışmanın smear kaldırılmasının değerlendirildiği bölümünde ise QMix'in %17'lik EDTA ile eşit sayıda dentin tübüllerini tamamen açık hale getirdiği bildirilmiştir (Stojicic ve ark., 2012).

Ma ve ark. (2011), QMix'in dentin tübüllerindeki *E. faecalis*'e karşı dezenfeksiyon etkisini CLSM (Konfokal Lazer Taramalı Mikroskop) ile değerlendirmişlerdir. QMix'in %1'lik ve %2'lik NaOCl'den ve %2'lik CHX'den daha etkili %6'lık NaOCl ile aynı etkide olduğunu göstermişlerdir.

Dai ve ark. (2011), solüsyonun koronal, apikal ve orta üçlüde smear tabakasını kaldırma yeteneğini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, QMix (Ph=8), QMix (pH=7.5), %17'lik EDTA ve MTAD karşılaştırılmıştır. QMix'in her iki versiyonunda düz kök kanallarında ara yıkamalarda NaOCl kullanıldığında son yıkama solüsyonu olarak %17'lik EDTA kullanımıyla eşit olarak smear tabakasını kaldırdığı gözlemlenmiştir. QMix ucu delikli irrigasyon iğnesi ile apikal sonlanımın 1mm kadar üzerine yerleştirildiğinde ve uygulandığına MTAD ve EDTA ile benzer olarak kanal boşluğundaki tüm debris uzaklaştırma açısından yetersiz bulunmuştur.

Aranda-Garcia ve ark. (2013), distile su, %17'lik EDTA (3 dakika), SmearClear (1 dakika) ve QMix'i (2 dakika) son yıkama solüsyonu olarak kullanmışlardır. Smear tabakanın ve debrisin kaldırılmasını SEM'de incelendiği bu çalışmada ayrıca epoksi rezin esaslı AH Plus'ın bağlanma dayanımına etkisi de değerlendirilmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar, smear tabakanın kaldırılmasında ve AH Plus'ın bağlanma dayanımına etkisinde QMix ve SmearClear'in %17'lik EDTA ile benzer etki gösterdiğini saptamışlardır. Bu bulgular Stojic ve ark.'nın (2012), yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir.

1.2. Kök Kanallarının Doldurulması

Endodontik tedavinin başarısında, önemli bir diğer aşama ise, temizlenen ve şekillendirilen kök kanallarının sızdırmaz, hermetik ve 3 boyutlu bir şekilde biyouyumlu materyaller ile doldurulmasıdır (Cunningham ve Martin, 1982; Tauber ve ark., 1983; Wennberg ve Orstavik, 1990; Timpawat ve ark., 2001a).

Bu şekilde kök kanal sistemine dışarıdan ve dentin tübüllerinden gelebilecek muhtemel mikroorganizmaların tekrar enfeksiyon oluşturmaları önlenir, kimyasal ve mekanik temizlik ile elde edilen dezenfeksiyonun devamlılığı sağlanır (Tauber ve ark., 1983).

Kök kanal boşluğunun üç boyutlu olarak doldurulması uzun dönem başarı için gereklidir. Kanal sistemi, apikal, koronal ve lateral yönde tıkanmalıdır. Bu amaçla kök kanallarının doldurulması için pek çok farklı materyal ve teknik geliştirilmiş olmasına rağmen, kök kanalında oluşan apikal ve koronal sızıntı önlenememiştir (Epley ve ark., 2006).

Schilder (1974, 2006), ideal bir kök kanal dolgu materyalinin kök kanal duvarına ve düzensizliklere iyi adapte olması ve tüm kanalın homojen gütaperka kütlesiyle doldurulması gerektiğini belirtmiştir. Ingle da (1985), başarısız endodontik tedavilerin %59'unun yetersiz kanal dolgusu nedeniyle oluşan sızıntılardan ileri geldiğini bildirmiştir. İdeal kök kanal dolgusu, bir taraftan apikal bölgenin biyolojik dengeye uygun bir şekilde tıkanmasını (apikal tıkama) sağlayarak periapikal dokunun bütünlüğü bozulmadan iyileşme sürecine katkıda bulunurken, diğer taraftan koronal sızıntıya karşı kanal ağzlarını hermetik olarak tıkar (Delivanis ve ark., 1983).

Kök kanalları doldurulurken kullanılan teknik ve maddelerin seçimi de tedavinin başarısında önemli rol oynamaktadır. İdeal bir kök kanal dolgu maddesinde olması gereken özellikler şunlardır (Grossmann, 1988; s.: 242-270.);

1. Kolay manipüle edilebilmeli ve yeterli çalışma süresine sahip olmalıdır.
2. Boyutsal değişiklik göstermemeli ve kanala yerleştirildikten sonra büzülmemelidir.
3. Kanalı lateral ve apikal olarak tıkamalı, onun karmaşık iç anatomik yapısına uyum sağlamalıdır.
4. Periradiküler dokuları irrite etmemelidir.
5. Neme dayanıklı olmalı, pöröz olmamalıdır.
6. Doku sıvılarından etkilenmemeli, korozyon ya da oksidizasyona uğramamalıdır.
7. Radyopak olmalı ve radyografıta kolayca ayırt edilebilmelidir.
8. Diş yapısını boyamamalıdır.
9. Steril olmalı veya yerleştirilmeden hemen önce kolayca steril edilebilmelidir.
10. Gerektiğinde kanaldan kolayca uzaklaştırılabilmelidir.
11. Hermetik kapaticılık sağlamalıdır.
12. Likitle kolay karıştırılabilmesi için ince toz halinde olmalıdır.
13. Diş yapısını boyamamalıdır.
14. Bakteriostatik olmalı veya en azından bakteriyel çoğalmaya izin vermemelidir.
15. Çalışma zamanı yeterli olmalıdır.
16. Doku sıvılarında çözülmemelidir.
17. Periradiküler dokuları irrite etmemelidir.

Standart bir kök kanal dolgusu, merkezi ana materyal ve kök kanal dolgu patından oluşur. Kök kanal dolgusu içerisinde merkezi ana materyalin en fazla, kök kanal dolgu patının ise en az alanı kaplaması beklenmektedir (Eguchi ve ark., 1985; Wu ve ark., 2001).

Kök kanal dolgu materyalleri genellikle, katı ve yarı-katı (pat veya yumaşatılmış form) olmak üzere iki gruba ayrılırlar (Walton ve Johnson, 2002; s.:239-267).

Katı materyaller kanal içine yerleştirildiğinde, kök kanal sistemiyle ne kadar uyumlu olursa olsun genellikle kök kanal duvarları ile dolgu materyali arasında bir boşluk kalmaktadır. Bu nedenle katı materyallerin, yarı-katı materyaller ile birlikte kullanılması tavsiye edilmektedir. Katı kök kanal dolgu materyalleri, kök kanal dolgusunun boyutunun ayarlanabilmesine olanak vermesinden dolayı yarı-katı materyallere göre üstünlük sağlamaktadır (Walton ve Johnson, 2002; s.:239-267; Regan, 2004; s.:181-196).

Güta-perka konlar, Resilon, güta-perka kaplanmış kor materyalleri, gümüş konlar katı materyaller olarak, kök kanal dolgu patları ise yarı-katı materyaller olarak sınıflandırılabilir (Himel ve ark., 2006; s.:263-290).

1.2.1. Kök Kanal Dolgu Patları

Kanal patları kanala yerleştirilen katı kor materyalinin kanal duvarına adaptasyonunu sağlar ve bağlayıcı bir görev üstlenerek boşlukları doldurur. Ayrıca kanal patları antimikrobiyal etki gösteren bileşenler içerirler. Patların kök kanalına yerleştirilmesinden sonra, bu maddeler antiseptik etki gösterirler. Kanal patının kanal içinde oluşturduğu kayganlaştırıcı özelliği ile de kor materyalinin kanal boşluğunda istenilen yere ulaşmasını sağlar (Grossman, 1958; Weine, 1989; s.:370-415). Bununla birlikte birçok kök kanal dolgu patının sertleşme esnasında büzülme gösterdiği (Wiener ve Schilder, 1971) ve zamanla çözündüğü (Peters, 1986; Tronstad ve ark., 1988; Kontakiotis ve ark., 1997) rapor edilmiştir. Kök kanal patının büzülmesi ve çözünmesi, boşluk oluşumuna neden olurken, sızıntı ihtimalini de arttırdığı ileri sürülmektedir (Wu ve ark., 2000).

Günümüzde kullanılan kök kanal dolgu patları şu şekilde sınıflandırılabilir (Çalt Tarhan ve Uzunoğlu, 2010);

1. Çinko oksit esaslılar

a) Çinko oksit-öjenol

b) İlaçlı olanlar

b₁) Paraformaldehit içerenler

b₂) Paraformaldehit içermeyenler

c) Öjenolsüz çinko oksit

2. Kalsiyum hidroksit esaslılar

3. Cam iyonomer esaslılar

4. Polimerler

a) Epoksi rezin

b) Metakrilat rezin

c) Poliketon (polivinil) polimer

d) Silikon polimer

5. Biyoseramik esaslılar

a) Kalsiyum-silikat-fosfat içerenler

b) Mineral Trioksit Agregat (MTA) içerenler

1.2.1.1. Çalışmamızda Kullanılan Kök Kanal Dolgu Sistemi ve Kök Kanal Dolgu Patları

Çalışmamızda kullandığımız Endosequence BC Sealer ile Smartpaste Bio kök kanal dolgu patları biyoseramik içerikli, ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ise cam iyonomer içeriklidir.

1.2.1.1.1. ActiV GP Kök Kanal Dolgu Sistemi

ActiV GP kök kanal dolgu sistemi, içerisinde baryum alüminosilikat cam tozları ve poliakrilik asit bulunan kanal dolgu patının (Tablo 5), cam iyonomer doldurucular ile kaplanmış gutaperka ile birlikte kullanımını içerir. Bu sistemde cam iyonomer esaslı

patın dentine kimyasal olarak bağlanmasından faydalanılır (Koch ve Brave, 2005). Cam iyonomer ve güta-perka arasındaki yetersiz bağlanma, cam iyonomer içerkli kök kanal patlarının olumsuz özellikleri arasındadır (Fransen ve ark., 2008). Bu dezavantajın üstesinden gelmek amacıyla güta-perka ve cam iyonomer arasındaki tutuculuğu arttırmak için ActiV GP konlarının yüzeyi 2µm kalınlığında cam iyonomer partiküllerle kaplanmıştır. Ayrıca bu partiküller konun yapısına da dahil edilmiştir. Cam iyonomer kaplı güta-perka konları, cam iyonomer kök kanal patı ile kanal boşluğunda monoblok yapı oluşturarak intraradikler dentine bağlandığı ileri sürülmektedir. ActiV GP'nin konları, .04 ve .06 taper açılı Endosequence döner eğe sistemi ile birebir uyumlu olarak üretilmektedir ve üretici firma eğe sistemi ve kök kanal dolgu sisteminin birlikte, tek kon dolgu tekniği ile kullanılmasını tavsiye etmektedir (Koch ve Brave, 2005). Diğer değişken açılı eğelerin kullanılması önerilmemektedir. Bunun sebebi olarak da sabit açılı eğelere birebir uyumlu lazerle kesilmiş sisteme ait ana konlar kullanılır ise kullanılacak pat miktarı minimuma inecektir. Bu durum sonucunda ise, özellikle apikal üçlüdeki patın polimerizasyon büzülmesi en aza indirgenmiş olacaktır (Koch ve ark., 2010). Üretici firma ayrıca cam iyonomer kaplı olmayan, konvansiyonel Endosequence güta-perkalarını da piyasaya sürmştir.

Çizelge 1.5. ActiV GP' nin içeriği

ActiV GP	ELEMENT	YÜZDE
TOZ	Baryum alumina silikat, cam tozu	%90
	Kurutulmuş poliakrilik asit	%10
LiKİT	Polikarboksilit asitin sıvı solüsyonu	%100

Kök kanal dolgusu olarak kullanılan birinci jenerasyon cam iyonomerlerin, çalışma zamanlarının ve güta-perkaya bağlanmalarının yetersiz kalması nedeniyle cam iyonomer esaslı patlarda bir takım değişiklikler yapılmıştır. Öncelikle kök kanalında tam bir monoblok yapı oluşturulması ve çalışma süresinin uzatılması için cam partikül büyüklüğünde değişiklikler yapılmıştır (ActiV GP kök kanal dolgu patının çalışma süresi, kağıt üzerinde 12 dakika, buzlu cam levha üzerinde 20 dakikadır). Güta-perka ve kök kanal dolgu patı arasındaki bağlantıyı arttırmak içinde kök kanal

dolgu patı içerisinde bulunan silikat, yapısal özelliklerini etkilemeyecek şekilde güta-perka konlarının yapısına eklenmiştir. Böylelikle merkezi ana konun yüzey pürüzlülüğü, sertliği ve boyutu yüzey kaplamasıyla artmıştır. Sıkı bir şekilde tug back yapıldığı takdirde bu durumun ana konun parsiyel veya tamamen ayrılmasıyla sonuçlanabileceği ve apikalde ayrılmış bu bölümleri almanın da ek bir adım gerektireceğini de belirtilmiştir (Monticelli ve ark., 2007a, 2007b).

1.2.1.1.1.2. ActiV GP Kök Kanal Sistemi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Fransen ve ark. (2008), AH Plus/güta-perka, ActiV GP ve Resilon/Epiphany sistemlerinin, bakteriyel penetrasyon (*E. faecalis*) yöntemi ile sızdırmazlıklarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, tüm kanalları .06 taper açılı 50 numara EndoSequence döner ege sistemleriyle şekillendirmişlerdir. ActiV GP grubunu, ActiV GP kök kanal patı ve güta-perkası ile birlikte tek kon yöntemi ile, Epiphany/Resilon ve AH Plus/güta-perka gruplarını ise Sistem B ve Obtura kullanılarak sıcak vertikal kondenzasyon tekniğiyle doldurulmuşlardır. Sonuç olarak araştırmacılar, gruplar arasında sızdırmazlık bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Monticelli ve ark. (2007b), AH Plus/güta-perka, GuttaFlow ve ActiV GP kök kanal dolgu sistemlerinin bakteriyel penetrasyon yöntemi (*Streptococcus mutans*) ile sızıntılarını değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar çekilmiş tek köklü dişleri, güta-perka/AH Plus'ı sıcak vertikal kompaksiyon, GuttaFlow ve ActiV GP dolgu sistemini tek kon yöntemi ile doldurmuşlardır. Sonuç olarak, ActiV GP ve GuttaFlow'un AH Plus'dan belirgin derecede daha fazla sızıntı gösterdiğini bildirmişlerdir. Deney grupları arasında bakteriyel sızıntıdaki farkın her üç doldurma tekniğindeki pat kalınlıklarındaki varyasyonlara, patın sertleşme esnasında büzülme göstererek bu durumun da dentin ve pat arasından bakteri penetrasyonuna sebep olabileceğine bağlamışlar ayrıca tek kon tekniğinin bakteriyel sızıntıda önemli bir faktör olabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar bir diğer çalışmalarında, .06 taper açılı EndoSequence döner ege sistemiyle şekillendirdikleri kanalları, AH Plus/güta-

perka ve ActiV GP kök kanal dolgu sistemlerinin .06 taper açılı ana konlarıyla, sırasıyla sıcak vertikal kondenzasyon ve tek kon kanal dolgu tekniklerini kullanarak doldurmuşlar ve kök kanal dolgularının sızıntısını, bakteriyel penetrasyon yöntemi ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, ActiV GP kök kanal dolgu sisteminin, AH Plus/güta-perka kombinasyonundan belirgin olarak daha fazla sızıntıya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Karapınar-Kazandağ ve ark. (2010), ActiV GP, Resilon/Epiphany, EndoRez ve AH Plus/güta-perka'nın glukoz filtrasyon metoduyla sızıntılarını değerlendirmişler ve kullanılan sistemler arasında sızdırmazlık yönünden anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

McKissock ve ark. (2011), devamlı ısı ile kondansasyon tekniği kullanarak AH Plus ve ActiV GP ile doldurdukları dişlerin sızıntılarını 10 ay boyunca değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, ActiV GP ile doldurulan dişlerin, AH Plus ile doldurulan dişlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla sızdırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca, ActiV GP'nin sızıntı değerlerindeki yüksekliğin pat ve dentin arasındaki olası boşluklardan kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir.

Karapınar-Kazandağ ve ark. (2009), değişik kök kanal dolgu sistemleri ile doldurdukları dişlerin kırılma dirençlerini değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında kök kanallarını, Resilon/Epiphany, AH Plus güta-perka, ActiV GP sistemi ve ActiV GP patı ve geleneksel güta-perka konları ile doldurmuşlardır. Sonuç olarak ActiV GP sisteminin kökü güçlendirme açısından diğer sistemlere göre üstün olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca ActiV GP patı geleneksel güta-perka konları ile lateral kompaksiyon tekniği ile birlikte uygulandığında AH Plus grubuna göre anlamlı derecede düşük kırılma direnci gösterdiğini saptamışlar. Araştırmacılar bunun sebebinde çok ince kalan pat tabakasının materyalin adeziv özelliğini düşürmesine bağlamışlardır.

Kök kanal dolgu materyallerinin radyopak olması, kök kanal dolgusunun kalitesinin radyografik değerlendirilmesinde önemli bir etkidir. Bu nedenle bu materyallerin radyoopazitelerini değerlendiren çalışmalar mevcuttur.

Tanomaru-Filho ve ark. (2008), kalsiyum hidroksit içerikli patlardan Acroseal, Sealapex ve Sealer 26'nın, çinko oksit içerikli patlardan; İntrafill'in ve cam iyonomer içerikli patlardan ActiV GP'nin radyoopasitelerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmada kullanılan tüm patların ActiV GP dışında radyoopasite değerlerinin ISO standartlarınca önerilen minimum değerlerin üstünde olduğunu bildirmişlerdir.

Flores ve ark. (2011), AH Plus, GuttaFlow, RoekoSeal ve ActiV GP kök kanal patlarının radyoopasitelerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak diğer üç pat ISO standartları önerisi olan 3 mm alüminyumun üzerinde radyoopasite gösterirken ActiV GP bu değerin altında kalmıştır. Araştırmacılar ActiV GP'nin içerisinde bulunan baryum alüminosilikatın pata yeterli radyoopasite sağlamadığı kanısına varmışlardır.

Kök kanal patlarının çözünürlüklerinin yüksek olması materyallerin periapikal dokuları irrite edebilmesi ve zaman içerisinde dolgu materyalinin arasında oluşacak boşluklardan bakteri sızıntısına neden olabilmesi açısından istenmeyen bir özelliktir (Donnelly ve ark., 2007).

Faria-Júnior ve ark. (2013), tarafından ActiV GP, AH Plus, Sealer 26, Epiphany SE, Sealapex, MTA Fillapex ve deneysel MTA içerikli patın çözünürlükleri karşılaştırılmış ve ActiV GP uygulandıktan 2 ve 7 gün sonra diğer patlarla karşılaştırıldığında en yüksek çözünürlüğü gösterdiği belirtilmiştir. Flores ve ark.'da (2011) benzer olarak ActiV GP dolgu sisteminin çözünürlüğü ANSI/ADA şartnamesinin 57. maddesinde önerilen %3 değerinden daha yüksek çözünürlüğe sahip olduğunu saptamışlardır.

Kök kanal patlarında aranılan diğer bir özellikte biyouyumlu ve sitotoksikite göstermemesidir.

ActiV GP, Resilon ve konvansiyonel güta-perka konlarının sitotoksitesinin karşılaştırıldığı bir çalışmada Resilon konunun diğer ikisinden daha biyouyumlu olduğu, konvansiyonel güta-perka ve ActiV GP konunun ise sitotoksikite açısından benzerlik gösterdiği, ActiV GP konunun yüzeyine cam iyonomer partiküllerinin kaplanması, konvansiyonel güta-perkanın sitotoksitesinde artışa neden olmadığı belirtilmiştir (Donadio ve ark., 2009).

ActiV GP ve Real Seal patlarının konvansiyonel AH 26 ve Kerr patı ile in vitro olarak sitotoksitesinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise, ActiV GP patı yeni karıştırıldığında orta derece, sertleştğinde ise daha az toksik bulunmuştur (Karapınar-Kazandağ ve ark., 2011). AH Plus, RoekoSeal, EndoREZ, Epiphany ve ActiV GP'nin sitotoksitelerinin karşılaştırıldığı farklı bir çalışmada ActiV GP'nin seyreltilmemiş emülsiyonları ciddi sitotoksikken %25 oranında seyreltildiğinde nonsitotoksik bulunmuş (Donadio ve ark., 2009), bu durumun sitotoksitenin doza bağlı olmasına bağlanmıştır. Ayrıca çalışmalarda cam iyonomer içerikli patların sitotoksiteleri materyalden işlem görmemiş asidin salınımına bağlanmaktadır ve bu materyalin başarılı endodontik tedavi sonuçları vermesinin sebebinin in vivo şartlarda dentinin asidi tamponlama yeteneğinden olabileceği belirtilmiştir (Friedman ve ark., 1995).

Genellikle başarısız endodontik tedavilerde, dişin ağızda tutulması için retreatment tedavisi uygulanmaktadır. Bu nedenle kök kanal dolgu materyallerinin gerektiğinde kolayca sökülebilmesi istenilen bir özelliktir.

Ersev ve ark. (2012), maksiller molar dişlerin palatinal kök kanallarını, Hybrid Root SEAL, EndoSequence BC Sealer, ActiV GP sistem ve AH Plus kullanarak tek kon tekniği ile doldurmuşlar, daha sonra doldurdıkları bu kanalları NiTi döner sistem olan ProTaper retreatment seti veya H tipi eğe ile sökmüşlerdir. Kök kanallarının koronal, orta ve apikal üçlüsünde kalan dolgu artıklarını dijital radyografiler çekerek

tespit etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarının sonucunda kullandıkları bu patların kök kanallarından tam olarak uzaklaştırılamadığını belirtmişlerdir. Ayrıca kök kanallarının apikal üçlüsünde, diğer bölgelere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla dolgu artığı kaldığını vurgulamışlardır. Kök kanallarının sökülmesinde H tipi eğe ve ProTaper retreatment seti kullanılması açısından bir fark olmadığını, ActiV GP sistemin, H tipi eğelerle AH Plus'a göre daha efektif bir şekilde sökülebildiğini ($p<0.05$) ve Hybrid Root SEAL, EndoSequence BC Sealer, ActiV GP sistem ile AH Plus'ın kök kanallarından uzaklaştırılmasının benzer olduğunu göstermişlerdir.

Roggendorf ve ark. (2010), premolar dişleri apikal bölgesi 40 numara ve 0.4 taper olacak şekilde crown down tekniği kullanarak, K3 NiTi döner eğe sistemi ile genişletmişlerdir. Genişlettikleri bu kök kanallarını ActiV GP ve GuttaFlow ile tek kon tekniği kullanarak doldurmuşlardır. 2 hafta sonrasında kök kanallarından patları ayrı ayrı olacak şekilde 40,45,50 EndoSequence .04 taper açılı olan NiTi döner eğe sistemi kullanarak uzaklaştırmışlardır. Araştırmacılar ayrıca, her bir kalınlıktaki (40,45,50) NiTi eğelerinin retreatment çalışma süresini de hesaplamışlar ve kök kanallarının koronal, orta ve apikal üçlüsünde kalan dolgu artıklarını micro CT kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, kök kanallarının apikal üçlüsünde, diğer bölgelere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla dolgu artığı kaldığını vurgulamışlardır. Ayrıca 40,45,50 EndoSequence .04 taper açılı olan NiTi döner eğe sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde fark olduğunu, her eğe kalınlığı artışında kök kanallarında daha az pat kaldığını belirtmişlerdir. Ancak EndoSequence NiTi döner sisteminin farklı kalınlıklarda (40,45,50) kullanılmasının çalışma süresini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Kök kanalında dezenfeksiyon amacıyla kullanılan solüsyonlar, kök kanal dolgularının adezyonunu etkileyebilir. Bu durum sonucunda ise pat – gütaperka, pat- kök dentini arasında boşluklar oluşur ve bu boşluklardan sızıntı meydana gelerek endodontik tedavinin başarısını etkiler.

Hashem ve ark. (2009), ActiV GP ve AH Plus/güta-perka'nın farklı son yıkama solüsyonları kullanıldıktan sonraki bağlanma dayanımları değerlendirdikleri çalışmada, kanallar doldurulmadan önce son yıkama 5 ml %17'lik EDTA'yı takiben 5 ml %2'lik CHX, %17'lik EDTA ve 5 ml MTAD'yi takiben %5'lik CHX olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, EDTA ile final irrigasyon yapıldığında AH Plus/güta-perka'nın bağlanma dayanımı değerleri ActiV GP'den daha yüksek çıkmıştır. Bu durum EDTA uygulanmasından sonra dentin yüzey enerjisinin değişimine bağlanmıştır. EDTA'nın dentin duvarının nemliliğini önemli ölçüde düşürdüğünü ve bu nedenle uygun dentin altyapısının AH Plus gibi hidrofobik doğası olan materyallerde adezyonu arttırdığı gösterilmişlerdir (Attal ve ark., 1994; Doğan ve Qalt., 2001). Zıt olarak dentin nemliliğinin % 17'lik EDTA ile bu derecede düşmesi hidrofilik yapıda olan ActiV GP gibi materyallerin adezyonunu önlemektedir. MTAD son yıkama solüsyonu olarak kullanıldığında cam iyonomer içerikli patın (ActiV GP) bağlanma dayanımı değerinin yüksek çıkması patın bağlanması için elverişli dentin yüzeyi oluşmasına bağlanmıştır. Buna ek olarak ActiV GP'nin kimyasal bağlanma kapasitesi kök yüzeyi ve cam iyonomer arasındaki iyon değişimi ile olmaktadır. Polialkenoik asit zincirleri dentin yüzeyine penetre olur ve fosfat iyonları ile yer değiştirir ve sement içerisinde serbestleşir. Her bir fosfat iyonu bir kalsiyum iyonu ile yer değiştirerek elektriksel dengeyi korur (Ngo ve ark., 1997). %17'lik EDTA'yı takiben CHX ile yıkama yapılması ActiV GP'nin bağlanma dayanımını yalnızca EDTA kullanılan gruba göre 2 kat yükseltmiştir. Bu durum dentin yüzey enerjisini yükselten buna bağlı olarak da dentin ıslanabilirliğini sağlayan, CHX'in kimyasal kompozisyonu içerisindeki yüzey aktif madde varlığına bağlanmıştır ki bu ActiV GP'nin bağlanması için istenen bir özelliktir. Diğer yandan MTAD'den sonra CHX ile son yıkama yapılması ActiV GP'nin bağlanma dayanımını istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilememiştir. MTAD'nin içeriğinde bulunan Tween 80 dentin yüzey enerjisini ve yüzey ıslanabilirliğini artırır bu da sırasıyla dentin geçirgenliğini azalttığı kadar penetrasyonu ve dentinal dokulara diffüzyonu da azaltır.

Fisher ve ark.'nın (2007), yaptığı ve Kerr EWT pulp canal sealer/güta-perka, ActiV GP, güta-perka/AH Plus, Resilon/Epiphany ve EndoRez'in bağlanma dayanımlarının

değerlendirildiği çalışmada tek köklü insan dişleri .06 taper açılı Endosequence NiTi rotary enstrümanlarla 40 numaraya kadar genişletilip tek kon tekniğiyle doldurulmuştur. Köklerin koronal, apikal ve orta üçlüsünden 1mm horizontal kesit alınarak mikro push out tekniğiyle değerlendirilmiştir. AH Plus/güta-perka grubunun bağlanma dayanımı değeri diğer dört gruptan anlamlı derecede yüksek çıkmıştır. Kerr EWT pulp canal sealer ve ActiV GP gruplarının bağlanma dayanımı ise Epiphany/Resilon ve EndoREZ gruplarına göre anlamlı derecede yüksek çıkmıştır. ActiV GP'nin ortalama bağlanma dayanımı değeri vermesi cam iyonomer içerikli simanla sistemin kor materyali arasındaki kemomekanik etkileşimden kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir. Kor materyalinin multipl iyonize karboksil grupları ve patın içerisindeki poliakrilik asitin dentin matriksinin kalsiyum iyonları ile şelasyon reaksiyonu yaptığı daha önce gösterilmiştir (Wennberg ve Orstavik, 1990).

Cam iyonomerler diş sert dokularına iyi bağlanmaları nedeniyle uygun endodontik patlar olarak kabul edilir (Çobankara ve ark., 2002; De Bruyne ve ark., 2004). Bununla birlikte cam iyonomer içerikli kök kanal patlarının iyi bağlanma özelliklerinin patın sızdırmazlığına katkısı literatürde değişik sonuçlarla örneklendirildiği gibi tartışmalıdır (De Gee ve ark., 1994; Oliver ve Abbott, 1998; Miletić ve ark., 1999). Geleneksel cam iyonomer simanların rezin kompozitlere benzer şekilde, sertleşirken büzüldüğü, adeziv arayüzler boyunca, küçük de olsa yıkıcı büzülme stresi yarattığı bilinmektedir (Feilzer ve ark., 1988; Davidson ve ark., 1991). Bundan dolayı güta-perka konlarının yüzeyindeki kaplamanın çeşitliliğinin incelenmesi gündeme getirilmiştir. Bu doldurucular güta-perka konu yüzeyine tıbbi stentlerin kaplamasında kullanılan bir teknolojiyle yerleştirilmektedir. Bu yöntemin güta-perka konları bükülse dahi doldurucuların yüzeyde kalmasını sağladığı ileri sürülmektedir (Monticelli ve ark., 2007b).

1.2.1.1.2. Biyoseramik içerikli kök kanal dolgu patları

Biyoseramik teknolojisinin gelişmesiyle, tıp ve diş hekimliğinde kullanılmak üzere tasarlanmış biyouyumlu seramik malzemeler üretilmiştir. Biyomedikal

uygulamalarda seramiklerin kullanılması için araştırmalar 1970'lerin başında başlamış ve son 40 yıl içinde geniş ölçüde yayılmıştır (Koch ve ark., 2010).

Biyoseramiklerin son yıllarda endodontistler arasında çok fazla heyecan uyandırmasının başlıca sebepleri fiziksel özellikleri ile ilgilidir. Biyoseramikler son derece biyouyumlu ve biyolojik ortamda kimyasal olarak stabil kalan maddelerdir. Ayrıca sertleşme esnasında büzülme göstermeyip aksine genleşme gösterirler. Kök kanal dolgusu esnasında taşıdığı zaman veya kök tamir materyali olarak kullanıldığında enflamatuvar yanıtı sebep olmazlar. Biyoseramiklerin bir başka avantajı da, hidroksiapatit oluşturmalarıdır bu da dentin ve dolgu maddeleri arasında bir kimyasal bağ oluşumunu sağlar. Biyoseramikler alümina, zirkon, biyoaktif cam, cam seramik, kalsiyum silikatlar, kaplamalar, kompozitler, hidroksiapatit ve çözünebilir kalsiyum fosfat içerirler (Hench, 1991; Dubok, 2000; Best ve ark., 2008).

Endodontik açıdan bakıldığında biyoseramik esaslı kök kanal patlarının bazı avantajları şunlardır:

- Biyouyumluluk sağlaması
- Hızlı bir şekilde sertleşme göstermesi (3-4 saat),
- Sertleştikten sonra büzülme göstermemesi,
- Rezorbe olmaması (tek kon tekniği için önemli bir unsurdur),
- Yüksek pH'ya (12.8) sahip olması (ilk 24 saat sürecinde sertleşme esnasında güçlü bir antibakteriyel etki sağlar). Bu özelliğin de endodontik patlara önemli bir fiziksel özellik kazandırdığı belirtilmiştir (Torabinejad ve ark., 1995).
- Kullanım kolaylığı sağlamasıdır (Kenneth ve ark., 2010).

1.2.1.1.2.1. Biyoseramik esaslı patların sertleşme reaksiyonu

Biyoseramik içerikli bir pat ve/veya kök tamir materyalleri kök kanalına yerleştirildiği zaman dentin tübüllerindeki suyu emerler. Suyun emilimi ile birlikte

patın sertleşme reaksiyonu başlar. Bu reaksiyon toz kalsiyum silikat hidrattan, kalsiyum silikat jel ve kalsiyum hidroksit oluşması, oluşan kalsiyum hidroksit de fosfat iyonları ile reaksiyona girerek hidroksiapatit oluşturması ve su çökmesiyle sonuçlanır. Su kalsiyum silikat ile reaksiyona girmeye devam eder ve sonuçta fazla jel kıvamında kalsiyum silikat hidrat oluşur. Bu reaksiyondaki suyun katkısı hidrasyon oranını ve patın sertleşme zamanını kontrol altında tutması açısından önemlidir. Üretici firmalara göre patın sertleşmesi, dentin tübülleri içerisindeki nem ile olup sertleşme süresinde dentin tübüllerindeki neme bağlıdır. Bilindiği gibi dentinin %20'si sudur ve dentinin barındırdığı bu su hidroksiapatitlerin oluşması ile materyalin sertleşmesini sağlar. Bu nedenle kök kanalları kurulandığında kalan nem patı olumsuz etkilememektedir (Koch ve ark., 2010).

Biyoseramikler iki grup altında incelenebilir;

- a) Kalsiyum Silikat Fosfat İçerenler
- b) Mineral Trioksit Aggregate İçerenler

a) Kalsiyum Silikat Fosfat İçerenler

Bu patlar genellikle zirkonyum oksit, kalsiyum silikat, kalsiyum fosfat, kalsiyum hidroksit, hidroksiapatit, doldurucu ve kalınlaştırıcı maddeler içerir. Kalsiyum silikat ve hidroksiapatit, pata biyouyumluluk ve biyoaktif özellik kazandırmaktadır. Küçük parçacık yapısı ve akışkanlığı sayesinde lateral kanal ve dentin tübüllerine penetre olabilirler. Sertleşme esnasında büzülme göstermezler. Bu tür patlar, hidrofilik yapıda olup, dentin tübüllerindeki nemi çekerek sertleşirler. Ayrıca sertleşirken pH'larının artması nedeniyle antibakteriyel özellik gösterirler. (Koch ve ark., 2010; Alaçam, 2012b; s.: 769-826, Koch ve Brave., 2012).

EndoSequence BC sealer (Brasseler USA, Savannah, GA; aynı zamanda enjekte edilebilen iRoot SP kök kanal patı olarak da bilinmektedir, Innovative BioCeramix Inc., Vancouver, BC, Canada) ve SmartPaste Bio kalsiyum silikat fosfat içeren

biyoseramik esaslı patlara örnektir (Loushine ve ark., 2011). Her iki patında ana bileşenleri; trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyum fosfat, koloidal silikat ve kalsiyum hidroksittir (Tablo 6, Tablo 7). Ayrıca içerisinde kıvam verici ve doldurucular bulunur (Yang ve ark., 2008). İçerisinde bulunan zirkonyum oksit pata radyoopasite sağlamaktadır. Kalsiyum fosfatlar, patın kalsiyum hidroksitle reaksiyona girmesini kolaylaştırmak ve bu reaksiyon sonucunda su ile hidroksiapatit oluşturulması ve patın su ile aktive olmasının sağlanması amacıyla ilave edilmiştir (Yang ve ark., 2002).

Çizelge 1.6. EndoSequence BC Sealer patının içeriği

ELEMENT (EndoSequence BC Sealer)		İÇERİK (mg/m ³)
ZrO ₂	Zirkonyum oksit	5 mg/m ³
3CaO-SiO ₂	Trikalsiyum silikat	10 mg/m ³
2CaO-SiO ₂	Dikalsiyum silikat	
Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit	5 mg/m ³

Çizelge 1.7. Smartpaste Bio patının içeriği

ELEMENT (Smartpaste Bio)		İÇERİK (mg/m ³)
ZrO ₂	Zirkonyum oksit	5 mg/m ³
3CaO-SiO ₂	Trikalsiyum silikat	10 mg/m ³
2CaO-SiO ₂	Dikalsiyum silikat	
Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit	5 mg/m ³

Önceden karıştırılmış olmaları, enjektörde hazır halde bulunmaları nedeniyle karıştırılma esnasında oluşabilecek heterojenite de elimine edilmiştir (Xu ve ark., 2007).

Kanal duvarlarının dentin tübülleri içinde kalan su miktarı patın sertleşmesini ve sertleşme süresini etkiler. Patın sertleşme süresini, kağıt konlar ile kanalların kurutulması bile büyük oranda değiştirebilir (Hosoya ve ark., 2000; Gibby ve ark., 2011). Ayrıca smear tabakasının olması ve/veya tübüler sklerozisiz bulunması kök kanalındaki nem varlığını etkilediğinden yine patın sertleşme süresinde farklılıklar yaratır. (Pashley, 1990; Paque ve ark., 2006).

Doldurulmuş kök kanalından sızıntı; pat ve dentin, pat ve gutaperka arasından veya patın içerisindeki boşluklar yoluyla olur (Şen ve ark., 1996). Patların kanal içerisindeki boşlukları doldurması ve dentine bağlanması ile dolgunun sızdırmazlık yeteneğini artmasına rağmen kanal dolgusundaki en iyi sonucun kor materyalinin hacminin en üst düzeye çıkarılıp kanal patı miktarının en aza indirilmesi ile alındığı bildirilmiştir (Peters, 1986; Wu ve ark., 1995). EndoSequence BC ve Smartpaste Bio gibi biyoseramik yapıda olan patlar, sabit taper açılı eğeler ve lazerle kesilmiş kendi konları ile uygulandığında, daha az pat kullanımı ve kanal genişletilmesi ile beraber daha kolay ve başarılı tıkama sağlanabildiği belirtilmiştir (Koch ve ark., 2010). Üretici firma EndoSequence BC sealer'ın dentine adezyon göstermesinin yanında merkezi kona kimyasal olarak bağlanması amacıyla seramik partiküller içeren gutaperka konlarını piyasaya sürmüştür. Smartpaste bio için ise üretici firma kanaldaki suyu çekerek lateral yönde genişlemesini sağlayan hidrofilik polimer içeren kor materyaller üretmiştir. Tıkama sağlandığında kor materyalin şişmesi sona ermekte böylelikle olabilecek kök kırığının önüne geçilmektedir. Kor materyal nemi çektiğinde yumuşamakta bu durum kanaldan uzaklaştırılması ve ileri preperasyon gerektiği durumlarda kolaylık sağlamaktadır.

EndoSequence BC Sealer ve Smartpaste Bio patlarının oda sıcaklığında çalışma zamanlarının 4 saat olduğu, dentin tübülleri içerisindeki nem miktarına bağlı olarak çok kuru kanallarda bu sürenin 10 saate kadar uzayabildiği belirtilmiştir (Hess ve ark., 2011).

1.2.1.1.2.2. Kalsiyum Silikat Fosfat İçeren Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patlarıyla İlgili Yapılan Çalışmalar

Nem varlığının patın sertleşme süresine ve sertliğine etkisinin ve in vitro koşullarda patın sitotoksitesinin değerlendirilmesi ve epoksi rezin esaslı patla karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmada pat miktarının arttırıldığında ilk sertleşme zamanının yükselmesi (108 saate kadar yükselmiş) ve final sertleşme süresinin düşmesi eğilimi (268 saate kadar düşmüş) ortaya çıkmıştır. Sertleşmiş patın su ile teması halinde su

miktarı ile doğru orantılı olarak patın mikrosertliğinde düşme görülürken yine aynı çalışmada patın sitotoksitesitesi AH Plus ve Pulp Canal Sealer ile karşılaştırılmış tüm sertleşmiş dolgu patları 24 saat şiddetli sitotoksitesite sergilerken, AH Plus'ın sitotoksitesitesi kademeli olarak 6 haftalık bir süre içinde azalmış ve üçüncü haftadan önce non sitotoksik olmaya başlamıştır. Buna karşın, EndoSequence BC Sealer beşinci haftaya kadar orta derecede sitotoksik kalmış ve sadece altıncı haftada hafif sitotoksik olmuştur. Pulp Canal Sealer EWT tüm inceleme dönemi boyunca ciddi sitotoksitesite göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçlarından yola çıkarak çevre su içeriğindeki değişikliklerin Endosequence BC sealer'ın sertleşme zamanını ve mikrosertliğini olumsuz etkilediği, sertleşme zamanı uzunluğu ve sitotoksitesite derecesi arasında bir ilişki olabileceği belirtilmiştir (Loushine ve ark., 2011).

Zhang ve ark. (2009a), EndoSequence BC Sealer'ın *E. faecalis* bakterisi üzerindeki antibakteriyel özelliğini değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonunda araştırmacılar, patın bütün bakterileri 2 dakika içerisinde öldürdüğü, bu durumun da patın yüksek pH'sına, hidrofilik özelliğine ve aktif kalsiyum hidroksit diffüzyon sağlanması ile olduğunu bildirmişlerdir.

AH Plus ve EndoSequence BC Sealer'ın (iRoot SP) sıvı filtrasyon ve SEM ile apikal sızdırmazlığının incelendiği çalışmada iRoot SP kullanılan dişler tek kon ve devamlı ısı kompaksiyon tekniğiyle AH Plus kullanılan dişler devamlı ısı kompaksiyon tekniği ile doldurulmuş gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark çıkmamasının sebebinin biyoseramik içerikli patın sertleşme esnasında büzülme göstermeyen içeriğine ve sertleşmek için su varlığına ihtiyaç duymasına neden olan kalsiyum silikat kompozisyonuna bağlanmıştır (Zhang ve ark., 2009b).

Radyoopasite kök kanal dolgu materyalleri ve patlarından beklenen bir fiziksel özellik olup kök kanal dolgusunun kalitesinin radyografik olarak değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Candeiro ve ark. (2012), Endosequence BC sealer ile AH Plus'ın radyoopasite, pH, kalsiyum iyonu salınımı ve akışkanlığının karşılaştırdığı çalışmada Endosequence

BC sealer (3.834 ± 0.346 mm Al) AH Plus'a (6.936 ± 0.462 mm Al) göre anlamlı derecede daha düşük radyoopasite göstermiştir. Bu çalışmada EndoSequence BC Sealer 3.83 mm kalınlığındaki aliminyum ile eşdeğer radyoopasite sergilemiştir ki ISO standartlarına göre en düşük değer 3 mm aliminyumdur (ISO). Her iki materyalde de zirkonyum oksit radyoopasite maddesi olarak kullanılmasına rağmen ortaya çıkan bu farklılık patın içerisindeki bu maddenin miktarına ve AH Plus'ın ek olarak kalsiyum tungstat içermesine bağlanmıştır. pH açısından ise EndoSequence BC sealer çalışmadaki tüm zaman periyotlarında alkalen pH sergilemiştir. En yüksek değeri ise 168 saat zaman periyodunda göstermiş, AH Plus ise doğal bir pH seviyesi sergilemiştir. EndoSequence BC sealer AH Plus'a göre anlamlı derecede yüksek (2.585 mg/L) kalsiyum iyonu salınımı gösterirken yine EndoSequence BC sealer, AH Plus'a göre anlamlı derecede yüksek akışkanlık göstermiştir. BC sealer'ın ortalama gösterdiği 20 mm akışkanlığı ise ISO standartlarına uygun olduğu belirtilmiştir.

Kök kanal tedavisi sonrası ortaya çıkan vertikal kök kırıkları, endodontik tedavinin önemli komplikasyonlarından olup dolgu öncesi, sırası ve sonrasında meydana gelebilmektedir (Dang ve ark., 1989; Trope ve ark., 1992). Dental materyallerden beklenen özelliklerden biriside kökü güçlendirmek için dentine bağlanabilmeleridir (Johnson ve ark., 2000). iRoot SP'nin (EndoSequence BC Sealer) içeriğinde bulunan zirkonyum oksitin katılmasının bir amacı da patın kırılma direncinin ve gerilme dayanımının artırılması ve düşük elastik modül sağlamasıdır (Chakraborty ve Basu, 2005).

ActiV GP ve iRoot SP (EndoSequence BC Sealer)'nin kök kırılma direncine etkisinin incelendiği çalışmada patlar Activ GP konları ve geleneksel gutaperka konları ile kullanılmış ve bu dört grup arasında biyoseramik esaslı patın Activ GP konlarıyla uygulandığı grupla hiç preperasyon yapılmamış negatif kontrol grubunun arasında kırılma direnci açısından istatistiksel olarak fark çıkmazken diğer gruplara göre kırılma direnci istatistiksel olarak anlamlı derece yüksek çıkmıştır ve bu durum bioseramik içerikli kök kanal patının içerisinde bulunan cam bileşiklerinin Activ GP konlarına bağlanmasıyla açıklanmıştır (Ghoneim ve ark., 2011).

Sağsen ve ark. (2012), üst çene santral dişlerin farklı kök kanal patları ile endodontik tedavisinden sonra kırılma dirençlerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, üst santral dişleri Protaper eğesi kullanarak F3'e kadar genişletmiş ve deney gruplarında, AH Plus, iRoot SP, MTA Fillapex kök kanal patları kullanarak güta-perka ile lateral kondenzasyon tekniği ile doldurmuşlardır. Pozitif kontrol grubunda dişleri genişletmişler ancak kök kanal dolgusu yapmamışlardır. Negatif kontrol grubunda ise dişlere herhangi bir işlem uygulamamışlardır. Sonuç olarak AH Plus, iRoot SP, ve MTA Fillapex'in dişlerin kırılma direnci yönünden benzer etkiye sahip olduğunu saptamışlardır. Ayrıca deneysel grupların, pozitif kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Cerrahi olmayan endodontik retreatment; koronal veya apikal sızıntı nedeniyle doldurulmuş kök kanal sisteminin yetersiz tedavisi veya reinfeksiyonu sonrası sağlıklı periapikal dokuların yeniden onarılması için yapılan bir girişimdir. Bunu sağlamak için yetersiz kök kanal dolgusunun çıkarılması, daha fazla temizleme, şekillendirme ve yeniden kök kanal dolgusunun yapılması tüm kök kanal sistemi için gereklidir (Stabholz ve Friedman, 1988). Dolayısıyla ideal kök kanal patından beklenen özelliklerden biriside gerektiğinde kök kanalından sökülebilesidir (Grossman, 1988; s.:242-270). Biyoseramik içerikli kök kanal patlarıyla yapılan tedavilerin cam iyonomerlerden farklı olarak yenilenebileceği, bu amacı gerçekleştirebilmek için ön koşul ise yine endodontik senkronizasyonun gerçekleştirilmesi bunun da sabit açılı eğelerin kullanılması ve buna uygun lazerle kesilmiş konların yerleştirilmesiyle minimal miktarda pat kullanılmasıyla mümkün olduğu belirtilmiştir. Biyoseramik esaslı pat kullanılarak yapılan kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması için bol su ve ultrasoniklerin kullanılması, kök kanal boyunun yarısından sonra solventler ve sabit açılı eğeler ile kullanılan endodontik motorun hızının artırılması tavsiye edilmektedir (1,000 rpm). Biyoseramik içerikli patların kök kanallarından sökülmesi ile ilgili yeterli çalışma olmamakla birlikte patın içeriğinde bulunan kalsiyum silikat fosfatın patın sert bir şekilde donmasına neden olduğu belirtilmiştir (Koch ve ark., 2010).

EndoSequence BC Sealer'ın kök kanallarından sökülebilmemesinin AH Plus ile karşılaştırıldığı çalışmada deney gruplarında EndoSequence BC Sealer tek kon tekniğiyle çalışma uzunluğunda ve çalışma uzunluğundan 2 mm kısa, AH Plus devamlı ısı kompaksiyon tekniğiyle çalışma uzunluğunda ve çalışma uzunluğundan 2 mm kısa olacak şekilde doldurulup kanal dolguları söküldükten sonra apikal açıklığın tekrar elde edilip edilememesi değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarında EndoSequence BC Sealer kullanılıp kök kanallarının çalışma boyuna kadar doldurulan örneklerin % 80'inde master kon çalışma uzunluğuna erişebilmişken, çalışma boyutundan 2mm kısa doldurulan grupta bu oran sadece %30 olarak bulunmuştur. SEM analizi ile desteklenen çalışmada çalışma uzunluğuna kadar dolgusu yapılmış grubun %20'sinde çalışma uzunluğuna tekrar erişilememesinin sebebi örneklerin apikal bölgesinde patın kalmasıyla açıklanırken, çalışma uzunluğundan 2 mm kısa çalışılan grupta ise bu durum el aletlerinin irregüler şekilli kök kanallarında patı tam olarak kaldırmada yetersiz kalmasına ve patın çok sert bir şekilde donması ile açıklanmıştır (Hess ve ark., 2011).

Ersahan ve Aydın (2010), iRoot SP, AH Plus, Sealapex ve EndoRez kök kanal patlarının bağlanma dayanımını karşılaştırmışlardır. Çalışmada üst çene kanin dişlerinden 4 mm kalınlığında elde ettikleri dentin disklerinin kök kanallarını iRoot SP, AH Plus, Sealapex ve Endorez kök kanal patlarıyla doldurmuşlardır. Patların bağlanma dayanımını push out testi ve SEM ile değerlendirmişler, iRoot SP ve AH Plus'ın bağlanma dayanımını benzer bulmuşlar ve bu patların Sealapex ve Endorez'den istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi bağlanma dayanımına sahip olduğunu göstermişlerdir.

Nagas ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada dişleri kanal dolgusundan önce kuru, normal nemli, nemli ve ıslak olarak dört deney grubuna ayırmış daha sonra bu grupları AH Plus, iRoot SP, MTA Fillapex ve Epiphany kök kanal patları ve güta-perka ile doldurarak bağlanma dayanımlarını karşılaştırmıştır. Kök kanalının nemlilik oranlarına bakılmaksızın her koşulda iRoot SP'nin gösterdiği en düşük değerler bile, MTA Fillapex ve Epiphany'den yüksek bulunmuştur. Bu sonuçları

iRoot SP'nin küçük partikül boyutuna ve patın dentin tübüllerine ve anatomik düzensizliklere akmasına bağlamışlardır.

Özcan ve ark. (2012), tek köklü üst çene keser dişlerde kalsiyum silikat bazlı iRoot SP'nin fiber postlarla ilişkisini bağlanma dayanımı testi ile değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, çalışmalarında 4 grup oluşturmuşlardır. Kök kanallarını Grup 1'de sadece gütaperka ile (kontrol grubu), Grup 2'de AH Plus (Rezin bazlı siman) ve gütaperka, Grup 3'te Endofill (çinko oksit öjenol bazlı siman) ve gütaperka Grup 4'de iRoot SP (kalsiyum silikat bazlı siman) ve gütaperka ile soğuk lateral kondenzasyon tekniği kullanarak doldurmuşlardır. Daha sonra kök kanallarına post boşlukları hazırlayarak fiber postları Clearfil SA siman ile yapıştırmışlar ve koronal, orta, apikal üçlüden kesitler alarak patlarla, fiber postların bağlanmasını Push Out testi ile değerlendirmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda kontrol grubu ile AH Plus Jet ve iRoot SP arasında istatistiksel bir fark bulamamışlardır. Ancak Endofill'in diğer gruplara göre fiber postların yapışmasını istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalttığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar kalsiyum silikat bazlı patların fiber postların yapışmasında ters bir etki yaratmadığı kanısına varmışlardır.

Borges ve ark. (2012), kalsiyum silikat bazlı endodontik materyallerin (iRoot SP, MTA Fillapex, Sealapex, MTA-Angelus) yüzey yapısındaki değişiklikleri, temel dağılımlarını ve iyon salınımlarını epoksi rezin bazlı materyal (AH Plus) ile karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda AH plus ve MTA Angelus'un çözünürlüklerinin ANSI/ADA kriterlerine uygun olduğunu ancak iRoot SP, MTA Fillapex ve Sealapex'in bu standartları tam olarak karşılayamadığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, kalsiyum iyonu salınımı yönünden, kalsiyum silikat bazlı simanların AH Plus'a göre daha üstün olduğunu ve çözünürlük testinde tüm maddelerin yüzeyinde morfolojik değişimlerin meydana geldiğini de saptamışlardır.

Shokouhinejad ve ark. (2012), EndoSequence BC sealer'ın, fosfatla tamponlanmış salin varlığında ve yokluğundaki bağlanma dayanımını 7. Gün ve 2. ayda değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında, tek köklü dişlerden faydalanmışlar ve 4 deneysel grup oluşturmuşlardır. Grup 1 ve 2'nin kök kanallarını

kağıt konlar ile kurulmuşlar, Grup 3 ve 4'te kök kanallarını doldurmadan önce fosfatla tamponlanmış salin ile nemlendirmişler ve kağıt konu kanalda 10 sn tutmuşlardır. Daha sonra kök kanallarını gütta-perka kullanarak soğuk lateral kompaksiyon tekniği ile doldurmuşlardır. Çalışmalarının sonucunda 7. Günde PBS ile nemlendirilmiş kanalların kurutulmuş kök kanallarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi bir bağlanmaya sahip olduğunu, 2. ayda ise kuru ve nemli kanalların arasında bağlanma yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Kuru kanallardaki 2. ayın sonundaki daha yüksek bulunan bağlanma değerinin apikal foramen aracılığıyla mikrogözenekli patın içerisine fosfat depolarından fosfat iyonu diffüzyonuna bağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Shokouhinejad ve ark. (2013), farklı yıkama protokollerinin EndoSequence BC Sealer'ın bağlanma dayanımına etkisini değerlendirdikleri çalışmada, dişlerin orta üçlüsünden aldıkları dentin disklerine farklı irrigasyon protokolleri uygulayarak smear tabakasını kaldırmışlardır. Daha sonra elde ettikleri bu örneklerin kök kanal boşluklarına biyoseramik esaslı kök kanal patı olan EndoSequence BC Sealer patı yerleştirerek patın bağlanma dayanımına bakmışlar ve örnekleri SEM' de incelemişlerdir. Araştırmacılar farklı yıkama prokolü uygulamak için dentin disklerini rastgele 4 gruba ayırmışlardır. Örneklere; Grup 1'de; 1 dakika boyunca %17'lik EDTA, Grup 2'de; 1 dakika boyunca %17'lik EDTA ve %5.25'lik NaOCl, Grup 3'te; 1 dakika boyunca %17'lik EDTA ve %2'lik klorheksidin, Grup 4'te ise; 1 dakika boyunca %17'lik EDTA ve 5 dakika boyunca salin uygulamışlardır. Sonuç olarak uygulanan yıkama rejimlerinin biyoseramik esaslı bir kök kanal patı olan Endosequence'in bağlanma dayanımını etkilemediğini ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Kök kanal dolgu maddelerinin toksik olmaması, önemli bir özelliktir.

Mukhtar-Fayyad (2011), iki biyoseramik esaslı materyal olan BioAggregate ve iRoot SP'nin sitotoksitesini karşılaştırmış, her iki materyalinde biyouyumlu olduğunu ve benzer sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Güven ve ark. (2013), iRoot SP ve MTA'nın sert dokudaki birikme kapasitesini ve insan dişi kök hücrelerinin odontojenik farklılaşmalarını hücre canlılığı ile değerlendirmişler ve bu iki materyali karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında araştırmacılar MTA ve iRoot SP'yi deneysel grup olarak belirlemiş, Dycal materyalini ise pozitif kontrol grubu olarak ele almışlardır. Araştırmacılar MTA ve iRoot SP'nin sitotoksik olmadığını, ancak Dycal'ın bu materyallere göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla sitotoksik etki gösterdiğini saptamışlardır. Ayrıca MTA'nın iRoot SP'ye göre odontojenik differansiyasyonunu istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi sağladığını tespit etmişlerdir.

b) Mineral Trioksit Aggregate İçerenler

1993'de Dr. Torabinejad tarafından geliştirilen MTA; yüksek pH göstererek kalsiyum hidroksite benzer histolojik ve biyolojik özellikler sağlaması, mükemmel biyouyumluluğu, düşük çözünürlüğü, sızdırmazlık özelliklerinin iyi olması gibi olumlu özellikleri nedeniyle endodontide yaygın bir kullanıma sahip olmuştur.

MTA'nın bu olumlu özelliklerine dayanılarak son yıllarda MTA içerikli kök kanal dolgu patları geliştirilmiştir. ProRoot Endo Sealer, MTA Fillapex, MTA Obtura ve Endo CPM sealer MTA içerikli güncel kök kanal dolgu patlarıdır (Alaçam 2012b; s.: 769-826).

1.3. Adezyon (Bağlantı)

Adezyon molekül yapıları farklı iki yüzeyin bağlanması veya yapışmasıdır. Bir başka deyişle iki yüzeyin bağlanma ve kilitlenme kuvveti veya her ikisini kapsayan ara yüzey kuvvetleriyle bir arada tutunma olgusu olarak tanımlanmıştır. Bağlanan yüzeye aderent, adezyonu oluşturan maddeye ise adeziv denmektedir. Adezyon, iki farklı maddenin moleküller arası çekim kuvvetlerinin etkisiyle meydana gelir. Oluşan bu adezyon kimyasal ve mekanik olmak üzere iki türdür. Mekanik adezyonda kimyasal bir bağlantı olmaksızın yalnızca mekanik bir kilitlenme söz

konusudur. Bu nedenle mekanik adezyonda bağlanan yüzeylerin geometrik özellikleri, şekilleri ve yüzey yapıları önemlidir. Kimyasal adezyonda ise bu durum daha farklı olarak meydana gelmektedir. Kimyasal adezyonda moleküler veya anatomik düzeyde bir bağlanma meydana gelir ve iyonik, kovalent, van der Waals gibi bağlanmalar ile oluşmaktadır. Ayrıca kimyasal adezyonda, adeziv sistemin fonksiyonel monomerlerinin karboksil ve fosfat grupları ile hidroksilapatit kristalleri arasında bağlanma meydana gelmektedir (Alaçam, 2012b s.:769-826).

Endodontide bağlanma statik ve dinamik olarak iki açıdan önemlidir. Statik olarak, kök kanal dolgusu ve kanal duvarı arasından sıvı geçişine izin verecek boşlukların elimine edilmesi, dinamik olarak ise kök kanal dolgusunun tüm manipülasyonlar sırasında dislokasyona direnç göstermesi sağlanır (Ørstavik ve ark., 1983; Gopikrishna ve ark., 2011).

1.3.1. Kök Kanal Dolgu Patlarının Bağlanmasını Etkileyen Faktörler

Kök kanal patlarının adezyonunu etkileyen bir çok faktör vardır. Bu faktörlerin başında dentinin yapısı gelmektedir. Dentinin yapısını oluşturan esas madde hidroksiapatittir. Kalan kısmını ise su (ağırlıkça %4, hacimce %12) ve organik maddeler (ağırlıkça %1-2, hacimce %2) oluşturur. Dentin hidrofilik bir yapıya sahiptir ve yüzeyi heterojendir. Ancak mine, dentin ile karşılaştırıldığı zaman, diş yüzeyindeki prizmasız mine kısmı haricinde derinliği ve yeri ne olursa olsun yapısal ve içerik olarak hemen hemen homojen sayılabilir. Ayrıca minenin yüzey enerjisi dentinden daha yüksektir (Ayaz ve ark., 2011). Bu nedenle dentin dokusunun heterojenitesi, hidrofilik yapısı gibi etkenler bu dokuyu mineye göre adezyon için daha zor bir yüzey haline dönüştürmektedir. Geleneksel patlar dentine olasılıkla mikromekanik olarak tutunurken, yeni geliştirilen patlar hem kimyasal hemde mekanik bir bağlanma sergilerler. (Alaçam, 2012b s.: 769-826).

Endodontik kanal patlarının dentin yüzeyi haricinde, dentin tübüllerine penetre olmasını ve dentine adezyon göstermesini, etkileyen bazı faktörler de mevcuttur.

Bunlar; patların temas açısı, film kalınlığı, açık dentin tübüllerinin çapı ve sayısı, kullanılan obturasyon tekniği ve yıkama solüsyonları olarak sayılabilir (Gutmann ve Witherspoon, 2002; s.: 293-364).

Kök kanal patlarının, iyi bir şekilde dentine adezyon sağlaması ve dentin tübüllerine penetre olabilmesi için dentin yüzeyi ile temasının artırılması gerekmektedir (Ericson, 1992; Eick ve ark., 1997; Ballal, 2013). Bu temasın artması da patın akışkanlığına ve akışkan maddenin ıslatma özelliğine bağlıdır. Islatmanın miktarını ise akışkan ile katı madde arasındaki temas açısının derecesi belirlemektedir (Wu ve ark., 1998). Temas açısı başka bir değişle, değme açısı; bir katı yüzeyine konan sıvı damlasının sınırlarında görülen, dik düzlem içindeki açı olarak tanımlanır. Eğer değme açısı 90° 'den küçükse yüzey akışkan madde tarafından ıslatılmış, 90° den büyükse yüzey akışkan madde tarafından ıslatılamamış demektir. Bu değme açısı 0 olur ise yüzey tamamen ıslanmış demektir (Ballal, 2013). Sonuç olarak, temas açısı ne kadar küçükse, akışkan maddenin katı madde üzerindeki düzensizlikleri bütünüyle doldurması da o kadar kolay olacaktır. Bu nedenle endodontik tedavi esnasında kullanılan patların dentini ıslatma yeteneğinin ve adeziv özelliklerinin iyi olması sızdırmazlığın sağlanmasında yardımcı olacaktır.

Patların dentine adaptasyonunu etkileyen diğer bir faktor ise, endodontik tedavi esnasında kullanılan yıkama solüsyonlarıdır. Bu etki genellikle yıkama solüsyonlarının dentin yüzey yapısını değiştirmesinden kaynaklanmaktadır. Yıkama solüsyonları, dentin yüzeyine bakteri tutunmaması için dentinin gerilme direncini düşürürler. Bu düşüş patların kök dentinine bağlanmasını etkileyebilmektedir (Pashley, 1992; Ruse ve Smith, 1991; Yılmaz ve ark., 2011). Ayrıca dentin yüzeyini demineralize etme kapasitesi olan farklı irrigasyon solüsyonlarının kullanılması, dentinin kimyasal ve yapısal bileşiminde değişikliklere neden olabilir ve bundan dolayı kanal patlarının dentine bağlanması etkilenebilir (Doğan ve Qalt, 2001; Vilanova ve ark., 2012).

1.3.2. Bağlantının Test Edilmesinde Kullanılan Teknikler

Kök kanal sisteminde bağlanma dayanımı kavramının önem kazanması bu özelliğin test edilmesi için farklı yöntemlerin geliştirilmesini de beraberinde getirmiştir. Ancak in vitro ortamlarda gerçekleştirilen bu deneyler klinik koşulları tam olarak yansıtmamakla birlikte bu konuda fikir verebilir. Bağlanma dayanımı adeziv materyal ve dentin arasındaki bağlantıyı koparmak için birim alana düşen kuvvet olarak tanımlanır ve megapaskal (MPa) olarak hesaplanır. Bağlanma dayanımının test edilmesinde kullanılan kuvvetin yönüne göre üç test yöntemi kullanılmaktadır. Bunlardan ilki makaslama (shear bond strength) testidir. Bu yöntemde kuvveti uygulayan yükleme cihazı, substrat ve adezivin bağlandığı ara yüz ile paralel olacak şekilde kuvvet uygulanır (Dickens ve Milos, 2002). Fakat bu paralelliğin sağlanması zor olduğu için, işlem esnasında gerçekleşen devrilmeler hatalı sonuçlar alınmasına ve yöntemin sorgulanmasına neden olmuştur. Kuvvetin uygun şekilde iletilebilmesi amacıyla ilmik tel, bıçak kenarı ya da künt bir çubuk kullanılarak yöntem modifiye edilmiştir.

Diğer test yöntemi olan gerilim (tensile bond strength) testinde, dentin ya da gutaperkadan oluşturulan dentin diskleri üzerine uygulanan kanal dolgu patının bir kanca yardımı ile çekilmesi ile bağlanma dayanımı ölçülür. Bu yöntemde makaslama yönteminin aksine, örnek ile bağlanan materyal aynı düzleme getirildiği için daha homojen bir stres dağılımı elde edilebileceği düşünülmektedir. Ancak dental ortamda elastik ve plastik deformasyonları farklı olan bağlayıcı sistemler, kompozit rezinler, demineralize ve mineralize dentin yüzeylerinin bir arada bulunması bu yöntemler ile homojen stres dağılımı elde edilmesini imkânsız kılar.

Kök kanal dolgu maddelerinin dentine bağlanma dayanımının ölçülmesinde kullanılan diğer yöntem push-out yöntemidir. Push out testi biyomedikal bir test olup yaklaşık 4 asırdır kullanılmaktadır (Niles ve ark., 1973). Son yıllarda push out testi kök kanal dolgu materyallerinin yapışma kuvvetini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Gesi ve ark., 2005; Sousa-Neto ve ark., 2005). Tübül düzenlemesi yapılmış ve doğal kanal şekli verilmiş prepare edilmiş kanallarda test materyali doğrudan yerleştirildiğinde,

push out testinin koşullarının klinik şartları yansıtabildiği iddia edilmektedir (Sousa-Neto ve ark., 2005; Teixeira ve ark., 2009). Klinik stresleri taklit etmesi açısından kuvvet dentin kanallarına dik olarak uygulanır; böylelikle test örneklerin doğru standardizasyonu sağlanmış (Sousa-Neto ve ark., 2005), daha verimli makaslama kuvveti (Drummond ve ark., 1996) ve geleneksel çekme ve shear bond testine göre örneğin yapışma aralığında daha az strese neden olur (Goracci ve ark., 2004; Üngör ve ark., 2006; Soares ve ark., 2008b). Push out testi, kor materyali ile veya kor materyali olmaksızın ve kök dentinine değişik tedavi prosedürleri uygulanarak farklı kök kanal patlarının bağlanma dayanımını karşılaştırmak için kullanılmıştır. Push out testi kök kanal dolgu materyaline uygulanır ve bu prosedürden önce geleneksel kök kanal prosedürlerinin (temizleme, şekillendirme ve doldurma) bitmiş olması gerekmektedir. Ardından kökün uzun aksına dik olarak kesilmiş ince (1 veya 2 mm) dilimler elde edilmektedir (Stiegemeier ve ark., 2010; Jainaen ve ark., 2007; Boullaguet ve ark., 2007; Sly ve ark., 2007; Lawson ve ark., 2008; Nagaş ve ark., 2009; De-Deus ve ark., 2009). Kesit kalınlığı 2-4 mm alınarak yapılan çalışmalarda literatürde mevcutken (Patierno ve ark., 1996; Pest ve ark., 2002), son yıllarda 1mm kesit alınmasının sebebi kalın kök kesitlerinin bağlanma ara yüzeylerinde düzensiz stres dağılımına yol açması (Patierno ve ark., 1996) ve ince kesit alarak kayma sürtünmesinin azaltılmasının sağlanmasıdır.

Geleneksel kanal dolgusu prosedürleri uygulandıktan sonra köklerden kesit alınmasının en önemli dezavantajı doğal dişlerin hiçbir zaman tamamen düz olmaması ve dikey kesit alınırken ki sapmanın kaçınılmaz olmasıdır. .06 taper sadece 3.5°'lik açılanmaya denk gelmektedir bundan dolayı vertikalden 5° gibi küçük bir sapma push out testi sırasında sürtünme direnci ile sonuçlanmaktadır. Aynı zamanda korondan apikale kanal çapındaki azalmadan dolayı kullanılan iticinin ucunun kanal çapından sadece biraz küçük olmasını sağlayabilmek için kullanıldığı bölgeye göre değiştirilmesi gerekmektedir. İtici çapı 0.5-0.9 mm olduğunda ve kanal çapının yaklaşık %90'ına denk geldiğinde test etkilenmemektedir. İtici çapı kanal çapının %70 ila %90'ı arasında olduğunda bağlanma dayanımını etkilenmektedir (Pane ve ark., 2013).

1.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Restoratif ve endodontik materyallerin diş dokusuna adaptasyonu ve adezyonu ile ilgili çalışmalarda (Okşan ve ark., 1993; Sevimay ve Dalat, 2003; Sevimay ve Kalaycı, 2005; Costa ve ark., 2008; Asgary ve ark., 2009; Onay ve ark., 2009; Pieper ve ark., 2009; Demiryürek ve ark., 2010) kullanılan taramalı elektron mikroskobu (SEM), yüksek enerjili elektron ışınlarının kullanımı ile çok hassas ölçümlerin elde edilebildiği incelemelerin yapılabilmesini sağlayan bir cihazdır (Yao ve Kimura, 2007).

Standart bir elektron mikroskobunda elektron üretimi, elektron tabancası olarak adlandırılan tungsten filamentin ısıtılması ile gerçekleştirilir (Yao ve Kimura, 2007). SEM’de yivmelendirilecek en küçük tesir kesitli elektron demeti haline getirilen bir elektron sondası, örneğe ait incelenecek bölge üzerinde taranır. Görüntü, eş zamanlı olarak dağıtılan bir katot ışın tüpü (CRT) üzerinde gösterilir. Dişler ile ilgili çalışmalarda, inceleme yapılan bölgeden x1500 ve x2000 gibi değerlerde büyütme yapılarak dijital görüntü alınabilir (Sevimay ve Dalat, 2003; Sevimay ve Kalaycı, 2005; Çırak ve Özkorucuklu, 2005).

SEM çoğunlukla 10-20 MeV (mega elektron volt) aralığında çalışır. Elektron enerjisini azaltmanın yüzeye daha yakın bir hacimden bilgiyi çıkartmak gibi bir üstünlüğü vardır. Ancak elektron sondasının çapı, tabancanın parlaklığının azalmasıyla artar. Yavaşça hareket eden bir elektronun yönü, örnek yüzeyine yakın konumdaki elektrik ve manyetik alanlar tarafından kolayca değiştirilebilir. Örneği altın gibi ince bir iletken tabakayla kaplayarak, yüklenmeden dolayı oluşacak olumsuz etkilerden korumak gerekir. SEM’in çözünürlüğü atomik seviyede görüntü alabilmek için yeterli değildir (Çırak ve Özkorucuklu, 2005).

Bu çalışmanın amacı son yıkama solüsyonlarının farklı içerikli kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımlarına ve dentin tübül penetrasyonlarına etkilerini *in-vitro* koşullarda değerlendirmektir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın push out bağlanma dayanımı deneyi Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Laboratuvarında, dentin tübüler penetrasyon deneyi ise ODTÜ Mühendislik Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü SEM Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Araştırma için gerekli olan etik kurul onayı, 21/10 nolu karar sayısı ile Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınmıştır.

Araştırmamızı oluşturan her parametrede, tüm gruplar için hazırlanacak örneklerin sayı ve dağılımları, “Power Analiz Yöntemi” ile belirlenmiştir.

“Son yıkama solüsyonlarının farklı içerikli kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımlarına ve dentin tübül penetrasyonlarına etkilerini” *in-vitro* koşullarda değerlendirmeyi amaçladığımız bu çalışmada;

Nikel titanyum döner eğeler ile genişletilen üst santral dişlerin kök kanallarına farklı son yıkama solüsyonları uygulanmış ve bu solüsyonların etkisi yeni geliştirilen kalsiyum silikat fosfat içerikli kanal patları ile cam iyonomer içerikli kanal patının kök kanal duvarına bağlanma dayanımı, Push-Out testi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca bu kanal patlarının dentin tübül penetrasyonu ve adaptasyonunu belirlemek amacıyla SEM incelemesi yapılmıştır.

2.1. Örneklerin Seçilmesi

Çalışmamızda kullanılan insan dişleri Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı Polikliniği'nde çürüksüz, periodontal, protetik ve ortodontik nedenlerle yeni çekilmiş dişlerden elde edildi.

Çalışmamızda 248 adet yeni çekilmiş üzerinde herhangi bir restoratif işlem olmayan, kuronunda ve köklerinde kırık, çatlak bulunmayan, çürüksüz, apeksleri kapanmış, benzer uzunluktaki (± 2 mm) tek köklü üst santral dişler kullanıldı.

Çalışmamızda kullandığımız dişlerin, bukkolingual ve meziodistal yönlerinden radyografiler alındı. Radyografik değerlendirme sonucunda tek ve düz bir kanala sahip olmayan, kök kanallarında rezorbsiyon veya kalsifikasyon varlığı gözlenen dişler çalışmaya dâhil edilmedi.

Dişlerin üzerindeki eklentiler bir periodontal küret (#3-4 Gracey, Nordent, USA) yardımı ile uzaklaştırıldıktan sonra deney aşamasına kadar oda ısısında, %0,1 timol kristali içeren distile su içerisinde saklandı.

Dişlerin kök boyu standardizasyonunu sağlamak için, dişler elmas fissür frez (ISO 806314, 014, Meisinger, Germany) ile su soğutması altında apeksten 14 mm uzaklıkta olacak şekilde kesildi. Koronalden bakıldığı zaman oval kanal şekline sahip olan kökler çalışmadan çıkartıldı.

10 numaralı K tipi eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) kanal boyunca ilerletildi ve köklerin apikal bölgesinde herhangi bir tıkanıklık olup olmadığı kontrol edildi. Apikal bölgesi tıkalı olan kökler çalışmaya dâhil edilmedi. Köklerde çalışma boyutu, 10 numaralı K tipi eğenin (Dentsply Maillefer) apikal foramenden görününceye kadar kanal içerisinde ilerletilmesinden sonra elde edilen boyutun 0,5 mm gerisinde kalacak şekilde belirlendi. Daha sonra uygulanacak yıkama protokollerine göre kökler, her ana grupta 62 adet kök olacak şekilde 4'e ayrıldı. Oluşturulan bu ana gruplardan 2 adet kök, irrigasyon rejimini SEM'de incelemek üzere seçildi. Geriye kalan 60 adet kök ise, her grupta 20 adet kök olacak şekilde kullanılacak kök kanal dolgu patlarına göre kendi içerisinde rastgele 3 alt gruba ayrıldı.

Grup I (n=62): Kök kanalları RaCe NiTi döner eĝe sistemi (FKG Dentaire, la Chaux-de-Fonds, Switzerland) ile üretici firma önerisi doğrultusunda crown-down tekniĝi kullanılarak apikal #40 .06 olacak şekilde çalışma boyutunda şekillendirildi. Her eĝe deĝişiminden sonra kök kanallarını yıkamak için 2 ml %5.25'lik NaOCl (Sultan Chemists Inc., Englewood, New Jersey, USA) kullanıldı. Kanalların şekillendirilmesi tamamlandıktan sonra kök kanalları 5 ml %17'lik EDTA (Canal +, Septodont, France) ile 1 dakika boyunca yıkandı ve EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) kullanılarak EDTA'nın ajitasyonu sağlandı. Ajitasyon için yapılan şekillendirmeye uygun olarak EndoActivator'ün mavi (#35/0,04) ucu seçildi ve çalışma boyutundan 2 mm kısa olacak şekilde kök kanalına yerleştirildi. EndoActivator'ün mavi ucu kök kanalı içerisindeyken EndoActivator orta hızda 60 saniye boyunca 2-3 mm'lik vertikal hareketlerle çalıştırıldı (Şekil 2.1). Daha sonra kök kanalları 5 ml distile su ile yıkanarak kâğıt konlar ile kurutuldu. Kurutulan köklerden rastgele 2 tanesi irrigasyon rejiminin SEM'de incelenmesi için ayrıldı. Geriye kalan 60 adet kök ise kullanılacak kök kanal dolgu patlarına göre rastgele olarak 3 alt gruba ayrıldı.



Şekil 2.1. EndoActivator ve yapılan şekillendirmeye uygun olarak seçilen mavi uç

Grup Ia (n=20): Üretici firmanın önerisi doğrultusunda ActiV GP sisteminin (Brasseler, Savannah, GA, USA, Resim 2) içerisinde bulunan kanal dolgu patının

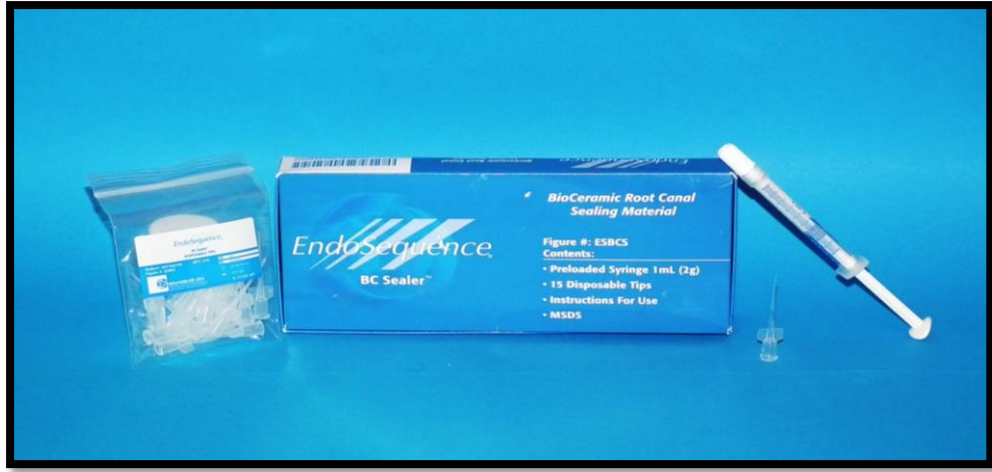
tozu likiti ile karıştırıldı ve #40 numaralı lentülo (Golden Star Medical Co., Ltd, Guangdong, China) kullanılarak kök kanallarına taşındı. Daha sonra #40 numaralı 0,06 ActiV GP ana konu, ActiV GP kök kanal patına bulanarak kanal içerisine çalışma boyutunda olacak şekilde yerleştirildi ve fazla güta-perka ısıtılmış bir el aleti ile uzaklaştırıldı. 20 adet kökten 5 tanesi ise ActiV GP kanal patının kanal duvarına adaptasyonunun ve dentin tübüllerine penetrasyonunun SEM’de incelenmesi için ayrıldı.



Şekil 2.2. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi

Grup Ib (n=20): EndoSequence BC Sealer (Brasseler, Savannah, GA, USA, Şekil 2.3) kök kanal dolgu patının enjektörüne, patın kök kanalı içerisine uygulanması için aplikatör ucu takıldı. Bu ucun, kökün koronal üçlüsünü geçmemesine dikkat edilerek yavaş bir şekilde kanal içerisine az miktarda pat enjekte edildi. Daha sonra #40 numaralı 0,06 güta-perka ana konu (Diadent Group International Inc., Vancouver, BC, Canada), EndoSequence BC Sealer kök kanal patına (Brasseler, Savannah) bulanarak kanal içerisine çalışma boyutunda yerleştirildi ve fazla güta-perka ısıtılmış bir el aleti ile uzaklaştırıldı. 20 adet kökten 5 tanesi SEM’de incelenmek üzere ayrıldı.

EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ve aplikatör ucu



Şekil 2.3. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ve aplikatör ucu

Grup Ic (n=20): Smartpaste Bio (Smartseal DRFP Ltd, Stamford,UK, Resim 4) kök kanal dolgu patının enjektörüne kök kanal içerisine uygulanması için kendine ait ucu takıldı. Bu ucun, kökün koronal üçlüsünü geçmemesine dikkat edilerek yavaş bir şekilde kanal içerisine az miktarda pat enjekte edildi. Daha sonra #40 numaralı 0,06 güta-perka ana konu (Diadent Group International Inc., Vancouver, BC, Canada), Smartpaste Bio (Smartseal DRFP Ltd.) kök kanal patına bulanarak kanal içerisine çalışma boyutunda yerleştirildi ve fazla güta-perka ısıtılmış bir alet ile uzaklaştırıldı. 20 adet kökten 5 tanesi SEM’de incelenmek üzere ayrıldı.



Şekil 2.4. Smartpaste Bio kök kanal dolgu patı ve aplikatör ucu

Grup II (n=62): Kök kanalları Grup I'deki gibi şekillendirildi. Her ege değişiminden sonra kök kanalları 2 ml %1.3'lük NaOCl ile yıkandı. Kök kanallarının şekillendirilmesi tamamlandıktan sonra, MTAD solüsyonu, paketinden çıkan likit, toz şişesinin içerisine tamamen enjekte edildi (5ml). Enjektör çıkarılmadan şişe 60 saniye boyunca yavaşça çalkalandı. Hazırlanan MTAD solüsyonun 1 ml'si 5 dakika boyunca kök kanallarına uygulandı. Solüsyonun geriye kalan 4 ml'si ile de kök kanalları yıkandı (Şekil 2.5). Son yıkama solüsyonun ajite edilmesi için EndoActivator cihazı kök kanallarına Grup I'deki gibi uygulandı. Daha sonra kök kanalları kâğıt konlar ile kurutuldu. Köklerden rastgele 2 tanesi SEM'de incelenmek üzere ayrıldı. Grup II'nin 3 alt grubu (Grup IIa, Grup IIb, Grup IIc) Grup I'deki gibi kullanılacak kök kanal dolgu patlarına göre oluşturuldu. Kök kanal dolgu prosedürleri Grup I'de anlatıldığı şekilde yapıldı.



Şekil 2.5. Biopure MTAD, toz-likit ve kök kanalına uygulama enjektör iğnesi

Grup III (n=62): Kök kanalları Grup I'deki gibi şekillendirildi. Her ege değişimi sırasında kök kanalları 2 ml %6'luk NaOCl ile yıkandı. Kök kanallarının şekillendirilmesi tamamlandıktan sonra kanallara 90 sn boyunca 5 ml QMix uygulandı (Şekil 2.6). Son yıkama solüsyonun ajite edilmesi için EndoActivator cihazı kök kanallarında Grup I'deki gibi kullanıldı. Daha sonra kök kanalları 5 ml distile su ile yıkanarak, kâğıt konlar ile kurutuldu. Köklerden rastgele 2 tanesi

SEM’de incelenmek üzere ayrıldı. Grup III’ün 3 alt grubu (Grup IIIa, Grup IIIb, Grup IIIc) Grup I’deki gibi kullanılacak kök kanal dolgu patlarına göre oluşturuldu. Kök kanal dolgu prosedürleri Grup I’de anlatıldığı şekilde yapıldı.



Şekil 2.6. QMix solüsyonu

Grup IV (n=62): Kök kanalları Grup I’deki gibi şekillendirildi. Her ege değişimi sırasında kök kanallarını yıkamak için 2 ml %5.25’lik NaOCl (Sultan Chemists Inc., Englewood) kullanıldı. Kök kanallarının şekillendirilmesi tamamlandıktan sonra kanallara 5 ml %17’lik EDTA (Canal +, Septodont) 1 dakika boyunca uygulandı ve EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) kullanılarak EDTA’nın ajitasyonu sağlandı. Ardından kök kanalları 5 ml distile su ile yıkanarak 5 ml %2’lik Klorheksidin glukonat (Klorhex, Drogasana İlaçları San. ve Tic. A.Ş., Ankara, Türkiye) ile son yıkama yapıldı (Şekil 2.7). EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties) kullanılarak CHX’in ajitasyonu sağlandı ve kanallar kâğıt konlar ile kurutuldu. Köklerden rastgele 2 tanesi SEM’de incelenmek üzere ayrıldı. Grup IV’in 3 alt grubu (Grup IVa, Grup IVb, Grup IVc) Grup I’deki gibi kullanılacak kök kanal dolgu patlarına göre oluşturuldu.



Şekil 2.7. % 2'lik Klorheksidin

Örnekler kök kanal dolgu patının tamamen sertleşmesi için 37⁰ C'de ve %100 nemli ve karanlık ortamda 7 gün süreyle etüvde bekletildi (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Etüv

2.2. Örneklerin Hazırlanması ve Push-Out Bağlanma Dayanımı Testi

Hazırlanan örnekler şeffaf silindirik kalıplar kullanılarak epoksi rezin içerisine gömüldü (Şekil 2.9). IsoMet cihazı (IsoMet 5000, Buehler, IL, USA) kullanılarak, düşük hızda dönen 0,3 mm kalınlığında elmas diskler ile su soğutması altında, her örnekten ikişer tane olmak üzere koronalden apikale doğru yaklaşık 2 mm kalınlığında yatay kesitler alındı (Şekil 2.10, Şekil 2.11) ve kalınlıkları dijital kumpas ile ölçüldü (Şekil 2.12).



Şekil 2.9. Enjektör kalıbın içerisine epoksi rezin ile birlikte gömülmüş kök.



Şekil 2.10. 2 mm kalınlığında su soğutması altında örneklerin kesilmesi

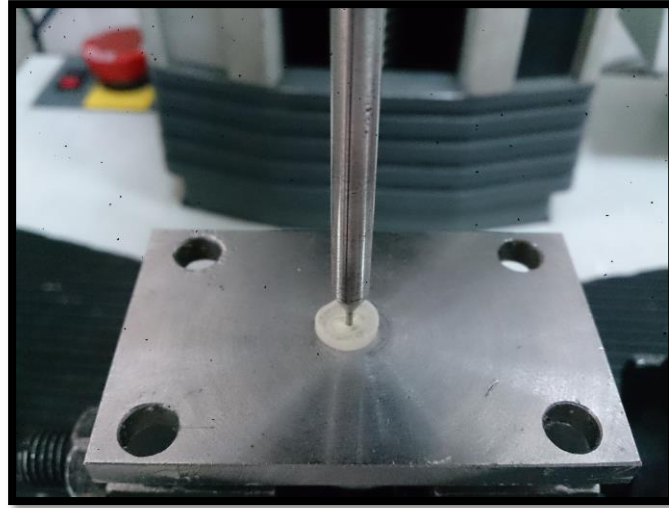


Şekil 2.11. 2 mm kalınlığında su soğutması altında örneklerin kesilmesi



Şekil 2.12. 2 mm kalınlığındaki örneğin kumpas ile ölçülmesi

Örneklerin koronal yüzleri işaretlendi ve her deney grubu için 30 örnek elde edildi. Hazırlanan örneklerin bağlanma dayanımları evrensel test cihazı olan Instron (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) kullanılarak test edildi. Paslanmaz çelikten yapılmış 0.8 mm kalınlığındaki silindirik uç cihaza monte edilerek sadece kanal dolgusuna temas edecek şekilde konumlandırıldı (Şekil 2.13).



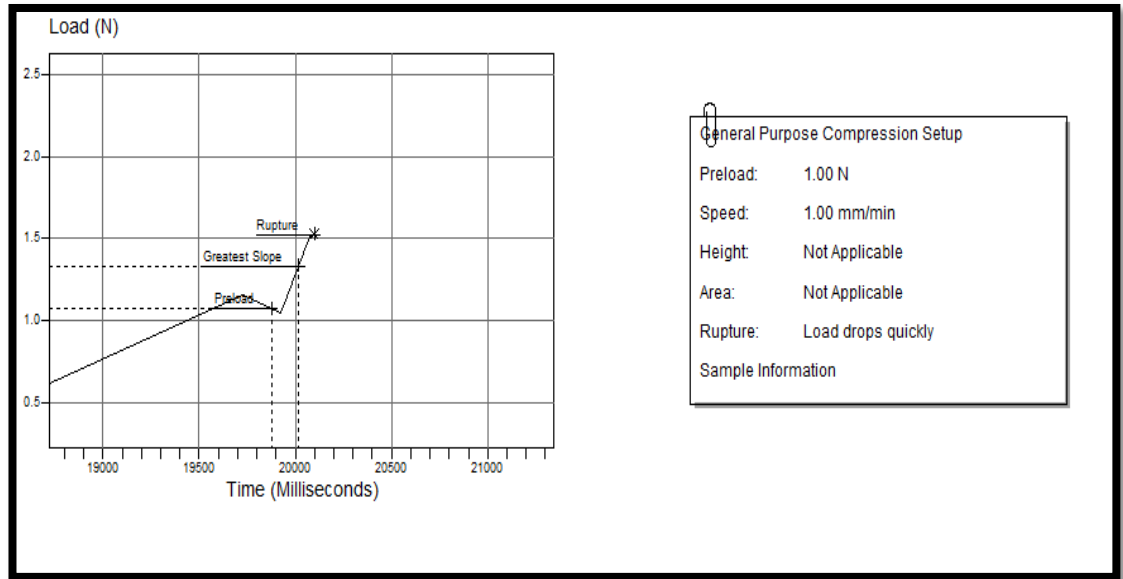
Şekil 2.13. 2 mm kalınlığındaki örneğin instron cihazında Push-Out testi uygulanması

Hazırlanan düzenek ile kök kanal dolgusu ve dentin arasındaki bağlantıda kopma gerçekleşene dek 1 mm/dk sabit hız ile kuvvet uygulandı (Şekil 2.14). Bu aşamada kök kesitlerinin apikalden koronale doğru artan açısı nedeniyle, kuvvetin kanal

dolgusunun apikal yüzünden koronal yüzüne doğru uygulanmasına dikkat edildi. Nexygen veri analiz programı (Lloyd LRX, Fareham, UK) kullanılarak kopma kuvvetleri Newton (N) cinsinden kaydedildi ve aşağıdaki formüle göre megapaskala (MPa) çevrilerek bağlanma dayanımı hesaplandı:

$$\text{Bağlanma dayanımı (MPa)} = \frac{\text{Maksimum yük (N)}}{\text{Kök kanal dolgusunun bağlanma alanı (mm}^2\text{)}}$$

Her kesit için bağlanma alanı şu formül kullanılarak hesaplandı: Kök kanal dolgusunun bağlanma alanı= $2 \pi r \times h$ (Bu formülde r kök kanal yarıçapını ve h kesitlerin mm cinsinden kalınlığını temsil etmektedir. π değeri 3,14 olarak kullanılmıştır).



Şekil 2.14. Yük zaman eğrisi

2.3. Örneklerin Tarama Elektron Mikroskobu İle İncelenmesi

SEM için ayrılmış köklerin bukkal ve lingual yüzeylerine çok ince alev uçlu elmas (ISO 806314, 014, Meisinger) frez ile su soğutması altında paralel oluklar açıldı. Açılan bu oluklara yerleştirilen siman spatülü yardımıyla kökler iki parçaya ayrıldı.

İki parçaya ayrılan örnekler vakum cihazı içinde altın-palladyum (Balzers-SCd 050 sputter coater, Almanya)(Şekil 2.15) ile kaplandıktan sonra Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Fakültesi'nde bulunan SEM cihazıyla (JSM 6400, JEOL, Tokyo, Japan) incelendi (Şekil 2.16).

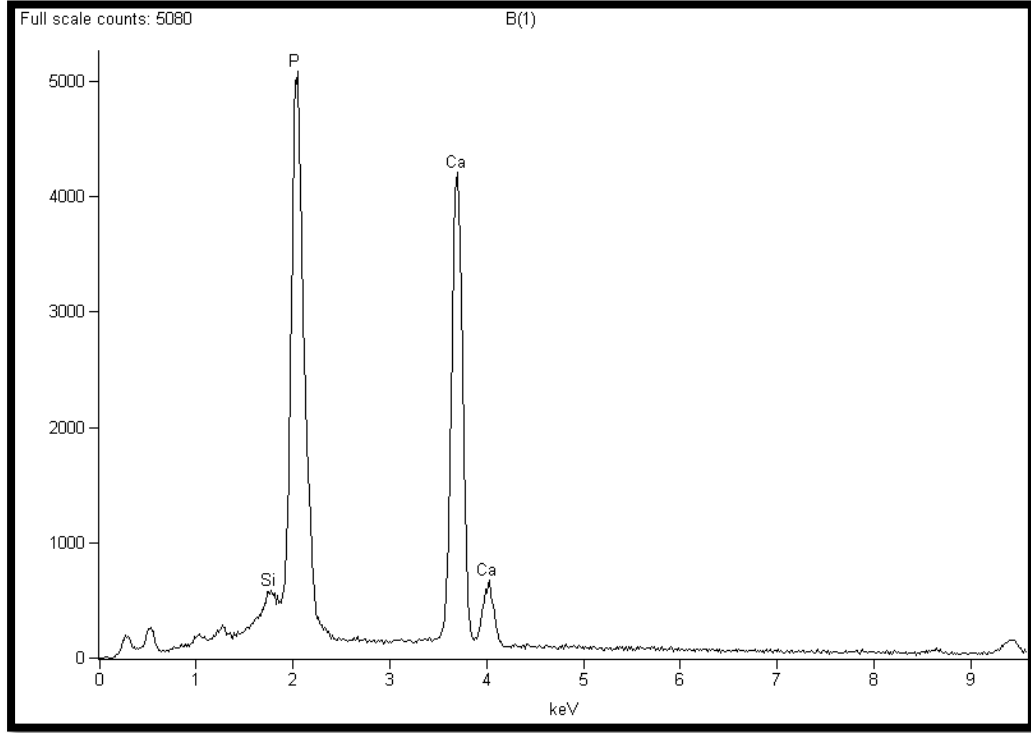


Şekil 2.15. Altın kaplanmış örnekler



Şekil 2.16. SEM cihazı

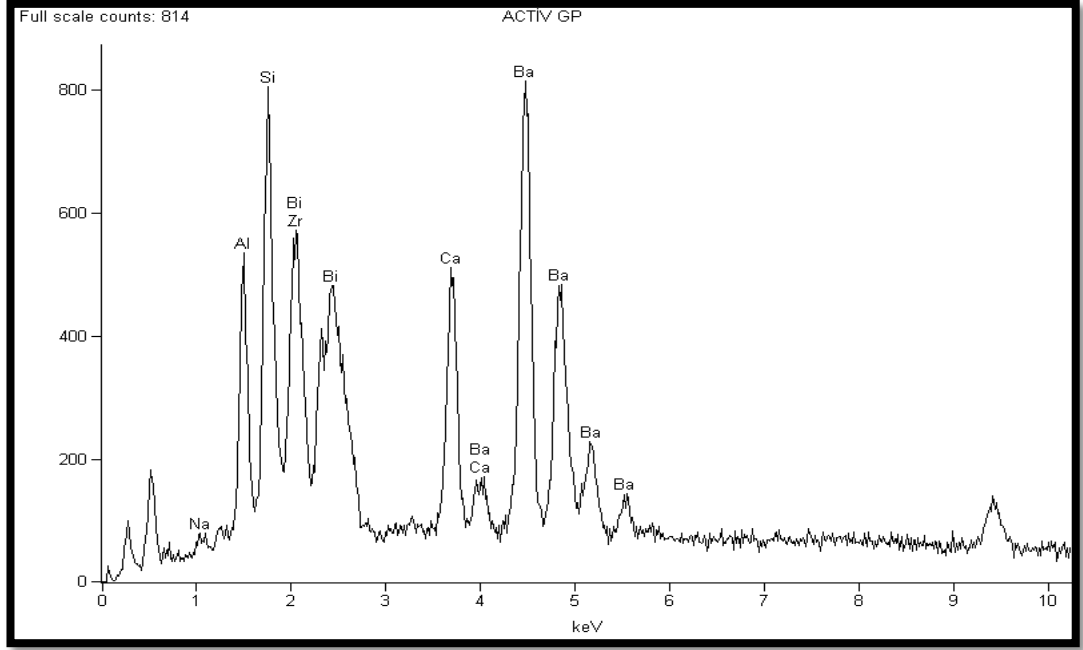
Örneklerde gözlenen penetrasyon cisimlerin elementlerinin tanımlanıp pat olduklarının kesin anlaşılması için EDS (Energy Dispersive Spectrometry) ile analiz yapıldı (Şekil 2.17, Şekil 2.18).



EndoSequence BC Sealer

<i>Element</i>	<i>Weight Conc %</i>	<i>Atom Conc %</i>
Si	1.91	2.39
P	45.51	51.57
Ca	52.58	46.04

Şekil 2.17. EndoSequence BC Sealer'ın EDS analizi.



ACTIV GP

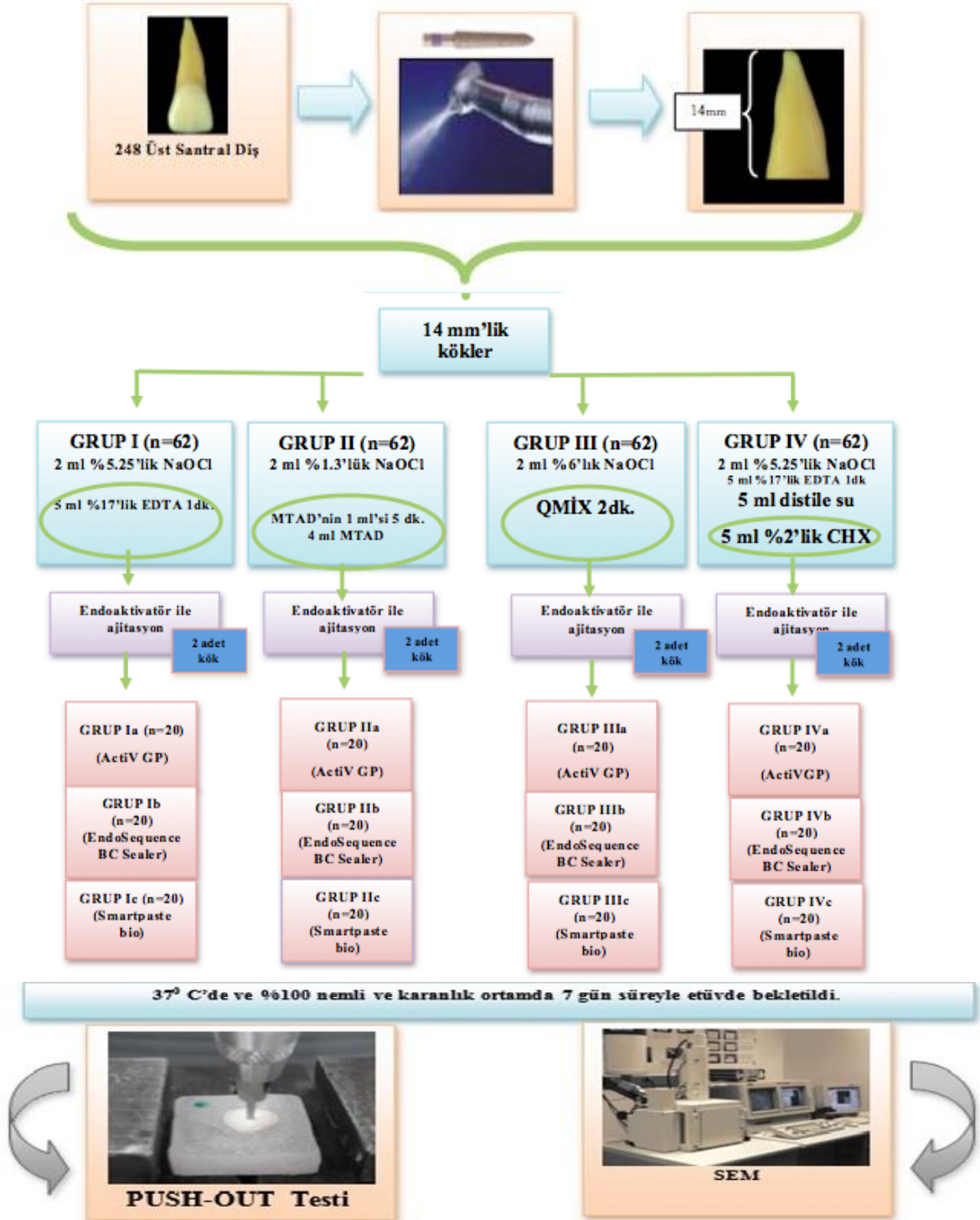
<i>Element</i>	<i>Weight Conc %</i>	<i>Atom Conc %</i>
Na	1.46	4.24
Al	7.89	19.55
Si	9.65	22.97
Ca	9.23	15.39
Zr	11.82	8.66
Ba	59.96	29.19

Şekil 2.18. ActiV GP'nin EDS analizi.

2.4. İstatistiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen verilerin analizi, “Statistical Package for the Social Sciences” yazılımı (SPSS 20.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapıldı. Verilerin frekans ve yüzdesel dağılımları verilmiştir. Verilerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Shapiro Wilk testi ile saptandı. Tanımlayıcı istatistikler ortanca (minimum-maksimum) olarak gösterildi. Gruplar arasında farklılık incelenirken ikiden fazla grupta Bonferroni düzeltmeli Kruskal Wallis H Testi kullanıldı. Kruskal Wallis test sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu farkın nedenlerini saptamak amacıyla parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Gruplar arası farklılık incelenirken; anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup $p < 0,05$ olması durumunda gruplar arası anlamlı

farklılığın olduğu, $p>0,05$ olması durumunda ise gruplar arası anlamlı farklılığın olmadığı belirtilmiştir.



Şekil 2.19. Çalışma özeti

3. BULGULAR

3.1. Bağlanma Dayanımı Değerlerine Ait Bulgular

3.1.1. Grup İçi Karşılaştırmalara Ait Bulgular

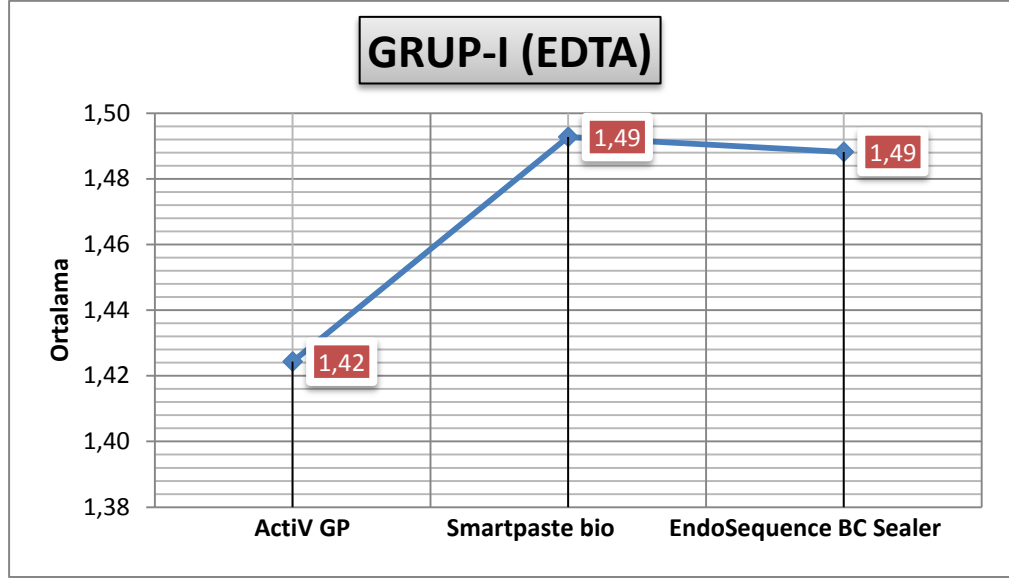
3.1.1.1. Son Yıkama Solüsyonu Olarak EDTA Kullanılan Grubun (Grup I) Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanımı ait değerler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Ayrıca Grup-I’de yer alan örneklerin ortalama bağlanma dayanımı değerleri ile Grup I’de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik ise Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

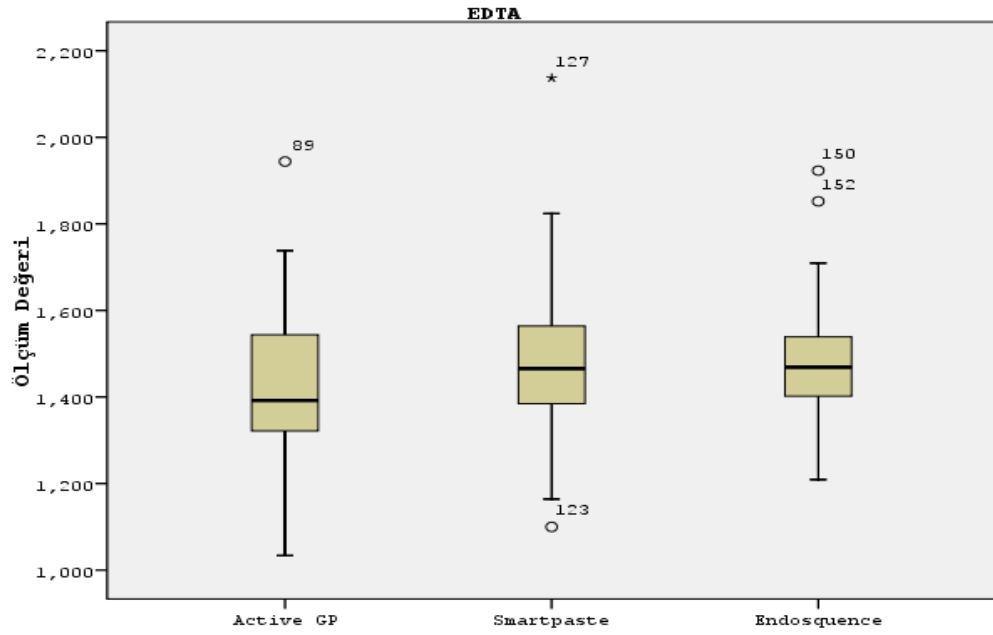
ActiV GP (Grup Ia), EndoSequence BC Sealer (Grup Ib) ve Smartpaste bio (Grup Ic) patları arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$).

Çizelge 3.1. Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanımı ait değerler

GRUP-I		Grup I(EDTA)						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	SS	Sıra Ort.	H	P
Ölçüm Değeri	Grup Ia (ActiV GP)	30	1.42	1.39	1.03	1.94	0.21	33.09		
	Grup Ib (EndoSequence BC Sealer)	30	1.49	1.47	1.21	1.92	0.16	41.60		
	Grup Ic (Smartpaste bio)	30	1.49	1.47	1.10	2.14	0.22	39.92		
	Toplam	90	1.47	1.44	1.03	2.14	0.20			
									2.211	0.331



Şekil 3.1. Grup-I’de ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri



Şekil 3.2. Grup I’de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik (Grafikte her bir kutunun ortasındaki yatay çizgi ortanca değeri (50.yüzdelik) gösterirken, kutuların alt ve üst kenarları sırasıyla; 25. ve 75. yüzdelik değerleri ifade etmektedir. Kutuların alt ve üst kısımlarında uzayarak giden çubuklarla sırasıyla; minimum ve maksimum değerler gösterilmiştir. Daire sembolü, uzak değerlere sahip örnekleri göstermektedir)

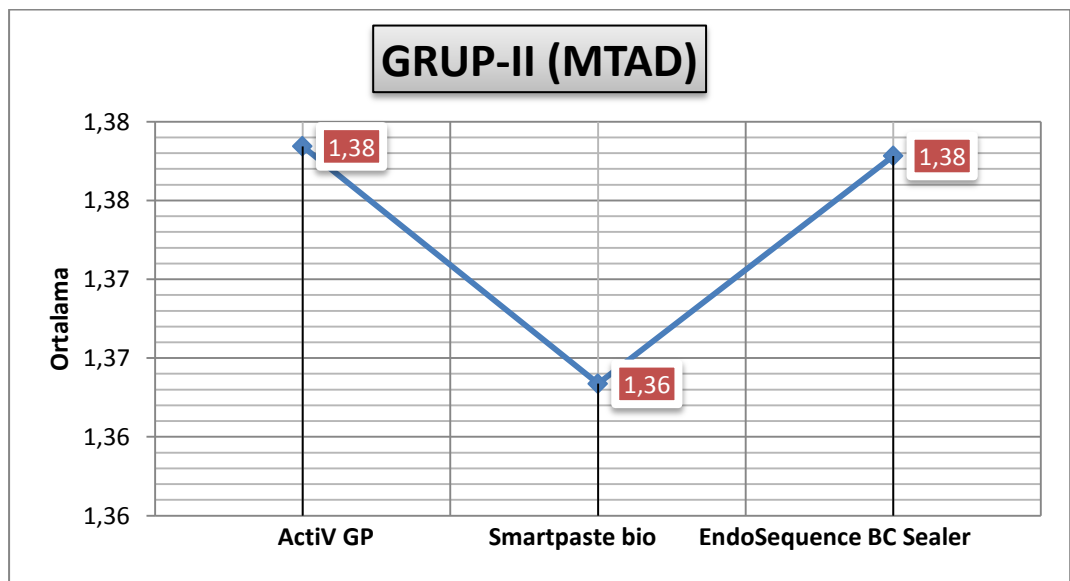
3.1.1.2. Son Yıkama Solüsyonu Olarak MTAD Kullanılan Grubun(Grup II) Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanımına ait değerler Çizelge 4.2’de verilmiştir. Ayrıca Grup II’de yer alan örneklerin ortalama bağlanma dayanımı değerleri ile Grup II’de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik ise Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de gösterilmiştir.

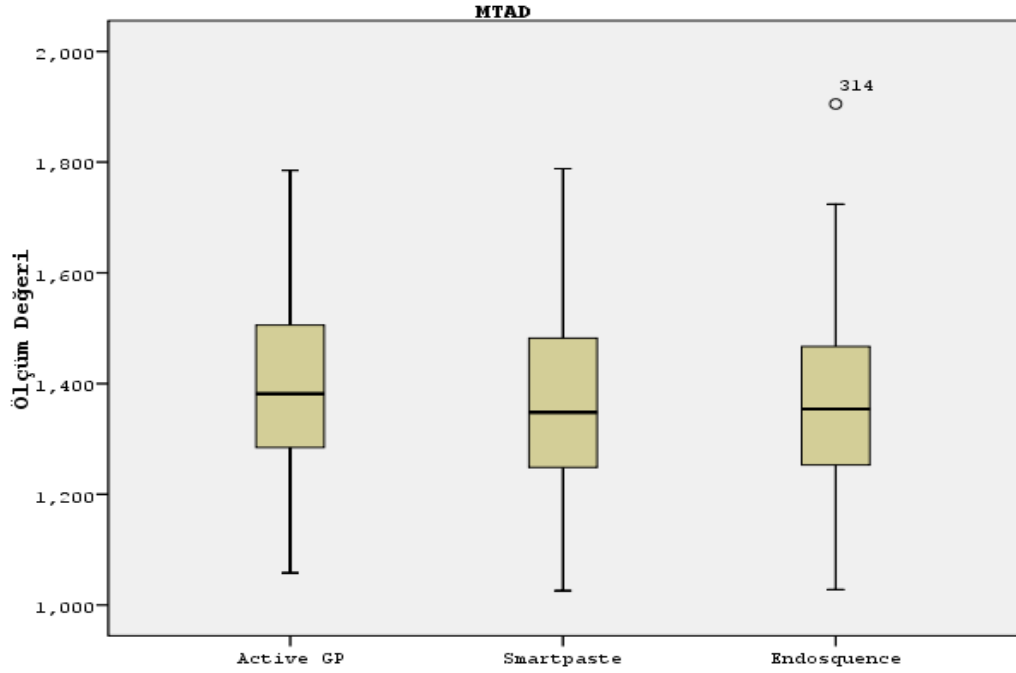
ActiV GP (Grup IIa), EndoSequence BC Sealer (Grup IIb) ve Smartpaste bio (Grup IIc) patları arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$).

Çizelge 3.2. Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanımına ait değerler

GRUP-II		Grup II (MTAD)						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	SS	Sıra Ort.	H	p
Ölçüm Değeri	Grup IIa (ActivVGP)	30	1.38	1.38	1.06	1.79	0.16	46.80	0.433	0.805
	Grup IIb (EndoSequence BC Sealer)	30	1.38	1.35	1.03	1.91	0.18	43.72		
	Grup IIc (Smartpaste bio)	30	1.36	1.35	1.03	1.79	0.19	42.61		
	Toplam	90	1.37	1.36	1.03	1.91	0.18			



Şekil 3.3. Grup-II’de ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri



Şekil 3.4. Grup II’de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik.

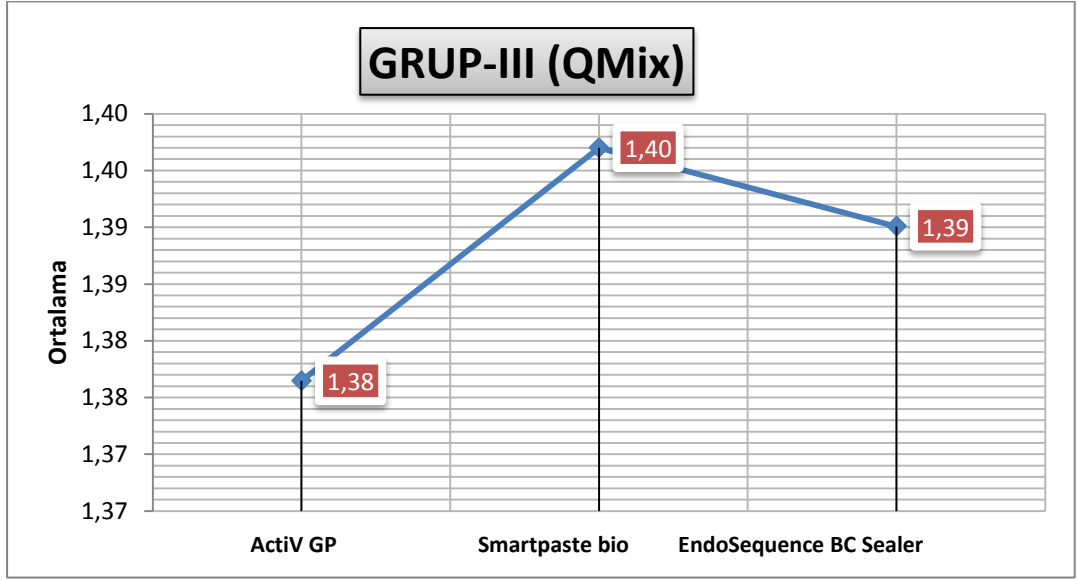
3.1.1.3. Son Yıkama Solüsyonu Olarak QMix Kullanılan Grubun(Grup III) Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanımı ait değerler Çizelge 4.3’de verilmiştir. Ayrıca Grup III’de yer alan örneklerin ortalama bağlanma dayanımı değerleri ile Grup III’de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik ise Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

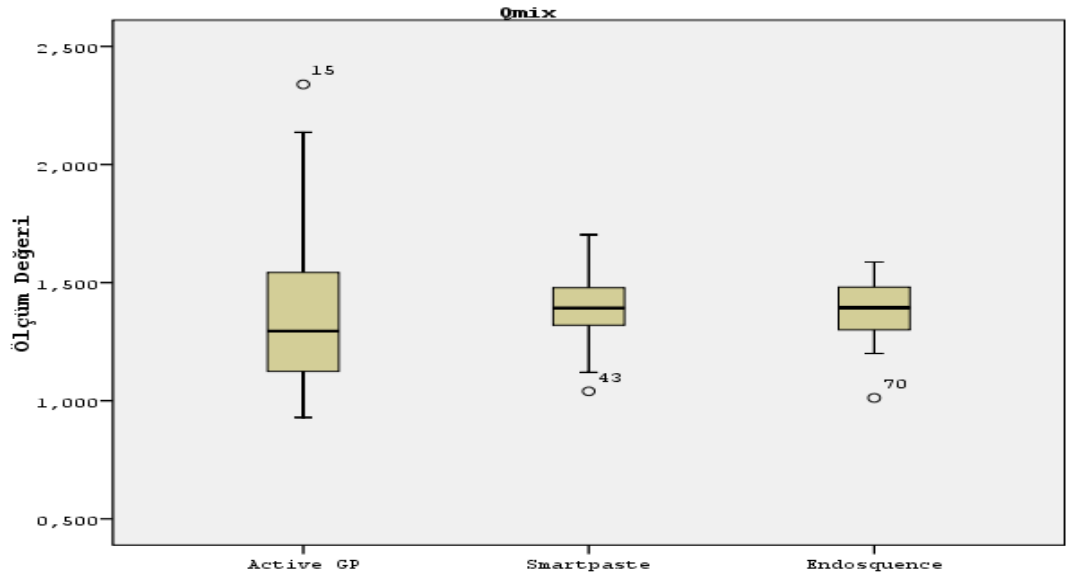
ActiV GP (Grup IIIa), EndoSequence BC Sealer (Grup IIIb) ve Smartpaste bio (Grup IIIc) patları arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$).

Çizelge 3.3. Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanımı ait değerler

GRUP III		Grup III (QMix)						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	SS	Sıra Ort.	H	p
Ölçüm Değeri	Grup Ia (ActiV GP)	30	1.38	1.30	0.93	2.34	0.35	36.52	1.496	0.473
	Grup Ib (EndoSequence BC Sealer)	30	1.39	1.39	1.01	1.59	0.13	43.22		
	Grup Ic (Smartpaste bio)	30	1.40	1.39	1.04	1.70	0.15	43.93		
	Toplam	90	1.39	1.38	0.93	2.34	0.22			



Şekil 3.5. Grup III'de ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri



Şekil 3.6. Grup II'de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik.

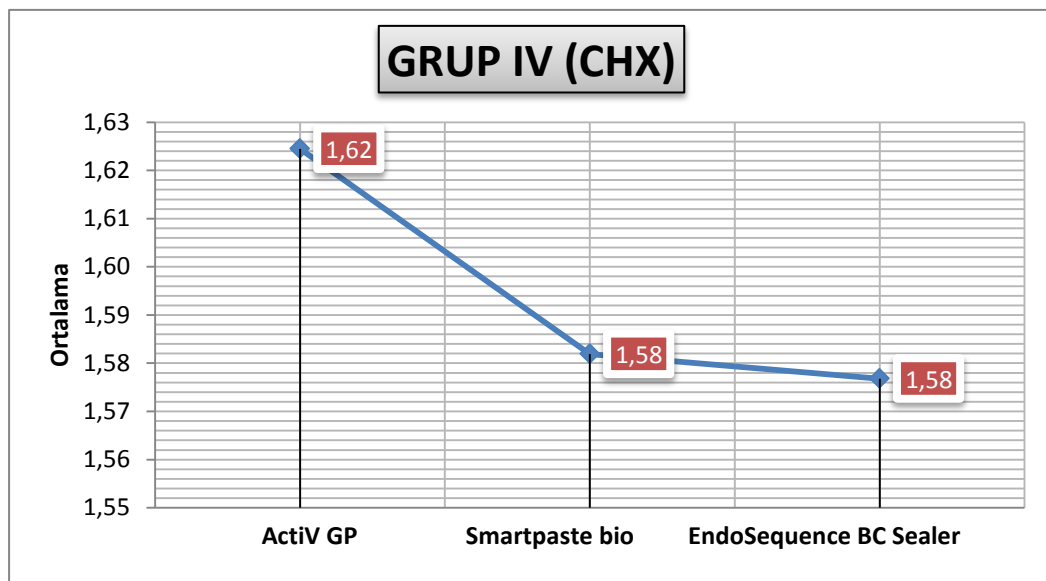
3.1.1.4. Son Yıkama Solüsyonu Olarak CHX Kullanılan Grubun (Grup IV) Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanımı ait değerler Çizelge 4.4’de verilmiştir. Ayrıca Grup IV’de yer alan örneklerin ortalama bağlanma dayanımı değerleri ile Grup IV’de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik ise Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’da gösterilmiştir.

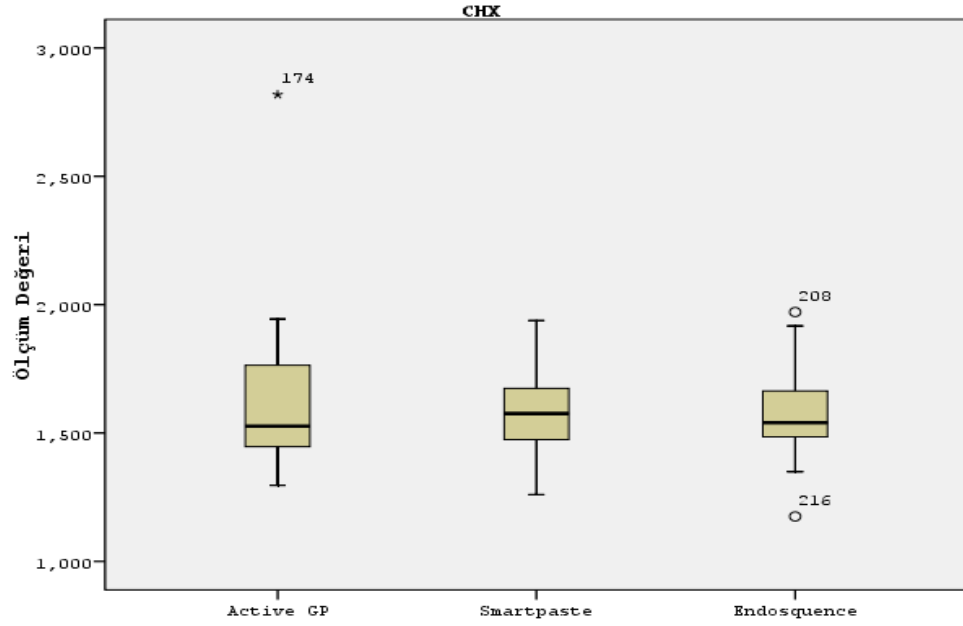
ActiV GP (Grup IVa), EndoSequence BC Sealer (Grup IVb) ve Smartpaste bio (Grup IVc) patları arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık görülmemektedir ($p>0.05$).

Çizelge 3.4. Test gruplarında ölçülen push-out bağlanma dayanımı ait değerler

GRUP IV		Grup IV (CHX)						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	SS	Sıra Ort.	H	p
Ölçüm Değeri	Grup IVa (ActiV GP)	30	1.62	1.53	1.30	2.82	0.32	38.04	0.333	0.846
	Grup IVb (EndoSequence BC Sealer)	30	1.58	1.54	1.18	1.97	0.18	37.98		
	Grup IVc (Smartpaste bio)	30	1.58	1.58	1.26	1.94	0.16	41.19		
	Toplam	90	1.59	1.56	1.18	2.82	0.23			



Şekil 3.7. Grup-IV’de ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri



Şekil 3.8. Grup IV’de bulunan tüm örneklerden elde edilen verilerin maksimum, ortalama ve minimum bağlanma değerlerine ait grafik.

3.1.2. Gruplar Arası Karşılaştırmalara Ait Bulgular

3.1.2.1. Son Yıkama Solüsyonu Olarak EDTA, MTAD, QMix ve CHX Kullanıldığında, ActiV GP Kök Kanal Patının Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

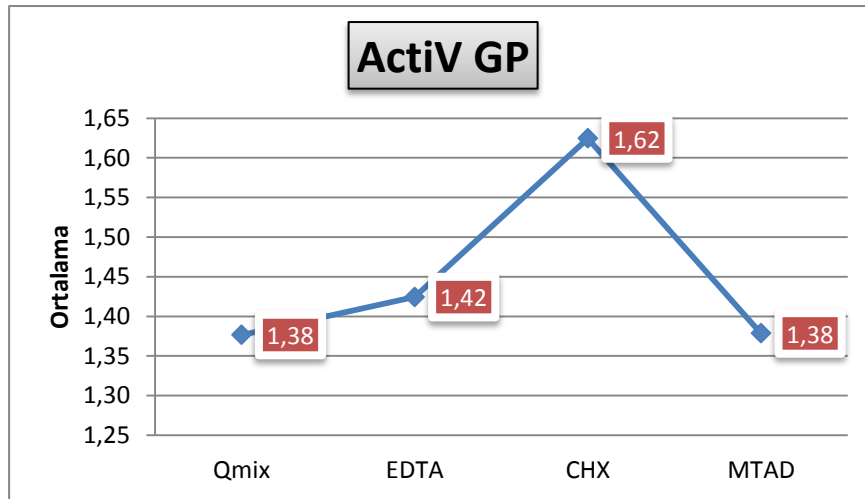
ActiV GP kök kanal patına ait son kullanılan yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen push-out bağlanma dayanımı ait değerler Çizelge 4.5’de verilmiştir. Ayrıca ActiV GP kök kanal patının son yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri ise Şekil 4.9’da gösterilmiştir.

Kullanılan son yıkama solüsyonlarına göre ActiV GP kök kanal patının bağlanma dayanımları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görülmüştür ($p < 0.05$). Son yıkama solüsyonu olarak CHX (Grup IVa) kullanıldığı

zaman, QMix (Grup IIIa) ve MTAD (Grup IIa)'ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi bir bağlanma sağlamıştır ($p<0.05$). Ayrıca son yıkama solüsyonu olarak QMix (Grup IIIa), MTAD (Grup IIa) ve EDTA (Grup Ia) kullanıldığında ActiV GP patının bağlanma dayanımı arasında her üç son yıkama solüsyonu için istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamıştır ($p>0.05$). EDTA'ya göre CHX uygulanması ActiV GP kök kanal dolgu patının bağlanma dayanımını bir miktar artırmasına karşın istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 3.5. ActiV GP kök kanal patına ait son kullanılan yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler

ActiV GP								Kruskal Wallis H Testi			İkili Karşılaştırma
		n	Mean	Median	Min	Max	SS	Sıra Ort.	H	p	
Ölçüm Değeri	EDTA	30	1.42	1.39	1.03	1.94	0.21	52.78	13.893	0.003	2-4 3-4
	MTAD	30	1.38	1.38	1.06	1.79	0.16	47.42			
	QMix	30	1.38	1.30	0.93	2.34	0.35	43.10			
	CHX	30	1.62	1.53	1.30	2.82	0.32	73.65			
	Toplam	120	1.44	1.40	0.93	2.82	0.28				



Şekil 3. 9. ActiV GP kök kanal patının son yıkama solüsyonuna göre ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri

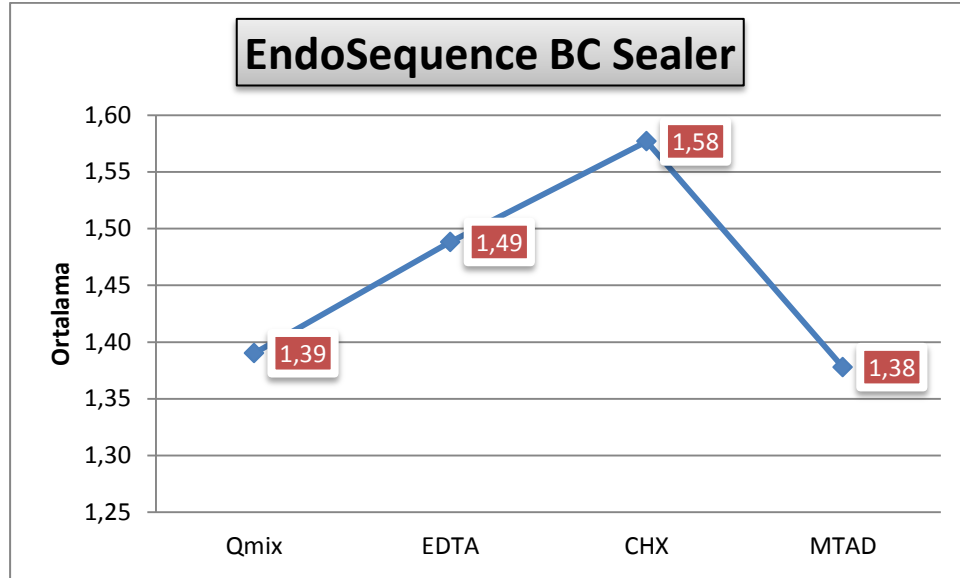
3.1.2.2. Son Yıkama Solüsyonu Olarak EDTA, MTAD, QMix ve CHX Kullanıldığında, EndoSequence BC Sealer Kök Kanal Patının Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

EndoSequence BC Sealer kök kanal patına ait son kullanılan yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler Çizelge 4.6’da verilmiştir. Ayrıca EndoSequence BC Sealer kök kanal patının son yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri ise Şekil 4.10’da gösterilmiştir.

Kullanılan son yıkama solüsyonlarına göre EndoSequence BC Sealer kök kanal patının bağlanma dayanımları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görülmüştür ($p<0.05$). Son yıkama solüsyonu olarak CHX (Grup IVb) kullanıldığı zaman, QMix (Grup IIIb) ve MTAD (Grup IIb)’ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi bir bağlanma sağlamıştır ($p<0.05$). Ayrıca son yıkama solüsyonu olarak QMix (Grup IIIb), MTAD(Grup IIb) ve EDTA (Grup Ib) kullanıldığında EndoSequence BC Sealer kök kanal patının bağlanma dayanımı arasında her üç son yıkama solüsyonu için istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamıştır ($p>0.05$). EDTA’ya göre CHX uygulanması EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patının bağlanma dayanımını bir miktar artırmasına karşın istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 3.6. EndoSequence BC Sealer kök kanal patına ait son kullanılan yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler

EndoSequence BC Sealer								Kruskal Wallis H Testi			İkili Karşılaştırma
		n	Mean	Median	Min	Max	SS	Sıra Ort.	H	p	
Ölçüm Değeri	EDTA	30	1.49	1.47	1.21	1.92	0.16	63.25	25.823	0.000	2-4 3-4
	MTAD	30	1.38	1.35	1.03	1.91	0.18	40.86			
	QMix	30	1.39	1.39	1.01	1.59	0.13	45.20			
	CHX	30	1.58	1.54	1.18	1.97	0.18	79.40			
	Toplam	120	1.46	1.45	1.01	1.97	0.18				



Şekil 3.10. EndoSequence BC Sealer kök kanal patının son yıkama solüsyonuna göre ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri

3.1.3.3. Son Yıkama Solüsyonu Olarak EDTA, MTAD, QMix ve CHX Kullanıldığında, Smartpaste Bio Kök Kanal Patının Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

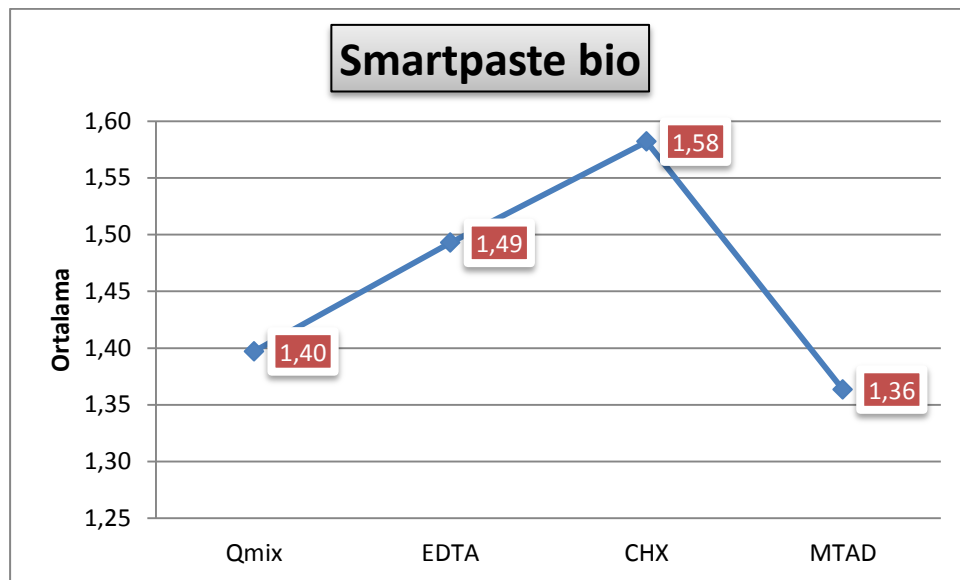
Smartpaste bio kök kanal patına ait son kullanılan yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen push-out bağlanma dayanımı ait değerler Çizelge 4.7’de verilmiştir. Ayrıca Smartpaste bio kök kanal kök kanal patının son yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri ise Şekil 4.11’de gösterilmiştir.

Kullanılan son yıkama solüsyonlarına göre Smartpaste bio kök kanal patının bağlanma dayanımları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görülmüştür ($p < 0.05$). Son yıkama solüsyonu olarak CHX (Grup IVc) kullanıldığı zaman, QMix (Grup IIIc) ve MTAD (Grup IIc)’ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi bir bağlanma sağlamıştır ($p < 0.05$). Ayrıca son yıkama solüsyonu olarak QMix (Grup IIIc), MTAD (Grup IIc) ve EDTA (Grup Ic) kullanıldığında Smartpaste bio kök kanal patının bağlanma dayanımı arasında her üç son yıkama solüsyonu için istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamıştır ($p > 0.05$).

EDTA'ya göre CHX uygulanması Smartpaste bio kök kanal dolgu patının bağlanma dayanımını bir miktar artırmasına karşın istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 3.7. Smartpaste bio kök kanal patına ait son kullanılan yıkama solüsyonuna göre (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) ölçülen push-out bağlanma dayanıma ait değerler

Smartpaste bio								Kruskal Wallis H Testi			İkili Karşılaştırma
		n	Mean	Median	Min	Max	SS	Sıra Ort.	H	p	
Ölçüm Değeri	EDTA	30	1.49	1.47	1.10	2.14	0.22	56.25	19.589	0.000	2-4 3-4
	MTAD	30	1.36	1.35	1.03	1.79	0.19	38.87			
	QMix	30	1.40	1.39	1.04	1.70	0.15	43.29			
	CHX	30	1.58	1.58	1.26	1.94	0.16	72.69			
	Toplam	120	1.45	1.43	1.03	2.14	0.20				

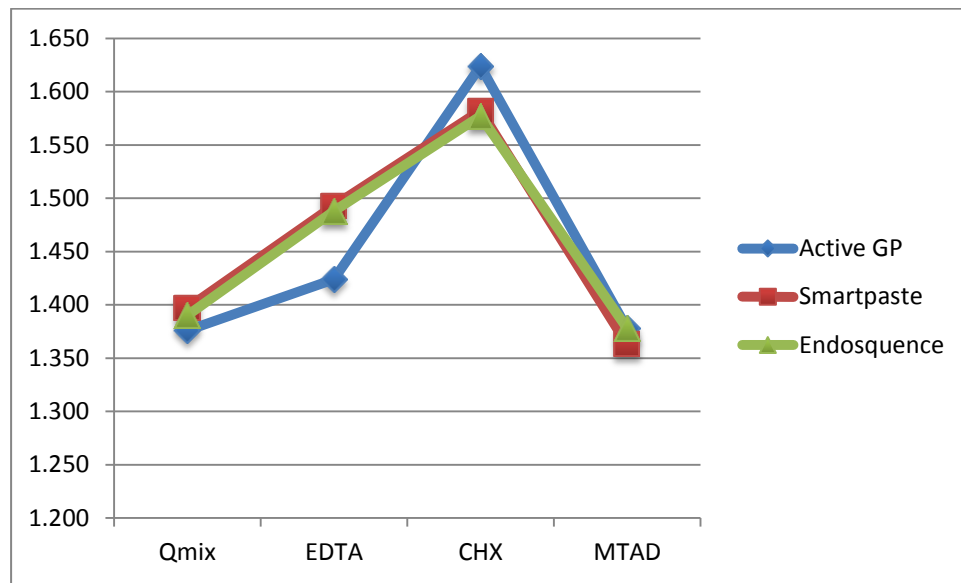


Şekil 3.11. Smartpaste bio kök kanal patının son yıkama solüsyonuna göre ölçülen ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri

Tüm son yıkama solüsyonlarının (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) kullanılan patların bağlanma dayanımına olan etkisi ve ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri Çizelge 3.8 ve Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Tüm son yıkama solüsyonlarının (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) kullanılan patların bağlanma dayanımına olan etkisi ortalama push-out bağlanma dayanımı değerleri

Kök Kanal Patları	Grup I EDTA	Grup II QMix	Grup III MTAD	Grup IV CHX	Toplam
ActiV GP(a)	1.424	1.376	1.378	1.624	1.443
EndoSequence BC Sealer(b)	1.488	1.390	1.378	1.577	1.457
Smartpaste bio(c)	1.493	1.397	1.363	1.582	1.454

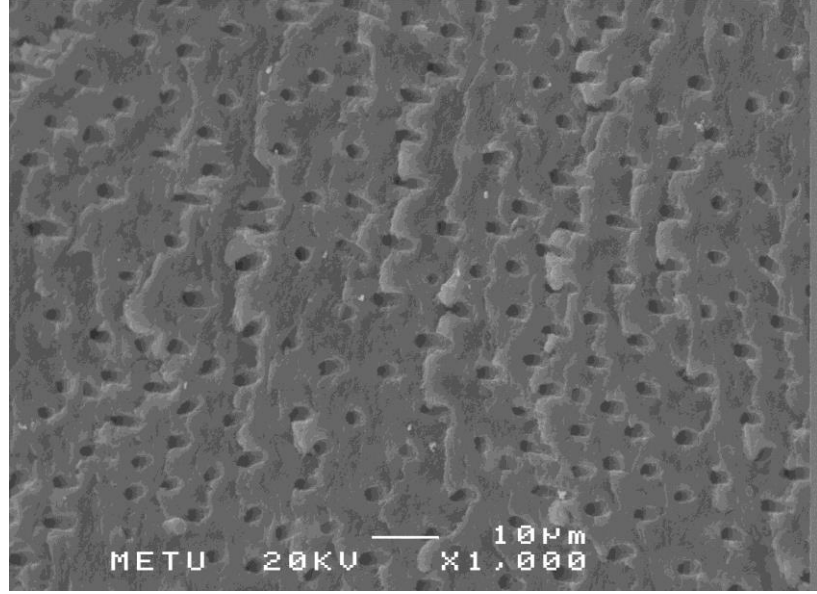


Şekil 3.12. Tüm son yıkama solüsyonlarının (EDTA, MTAD, QMix ve CHX) kullanılan patların bağlanma dayanımına etkisinin grafiği

3.2. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) İncelemesine Ait Bulgular

Çalışmamızın taramalı elektron mikroskop incelemesinin ilk bölümünde, farklı son yıkama solüsyonlarının (4 ana grup) smear tabakasının uzaklaştırılmasındaki etkinliği değerlendirilmiştir. Bu amaçla her bir ana gruba ait ikişer örnek SEM’de incelenmiş ve her bir örneğin koronal 1/3’ünden görüntüler alınmıştır.

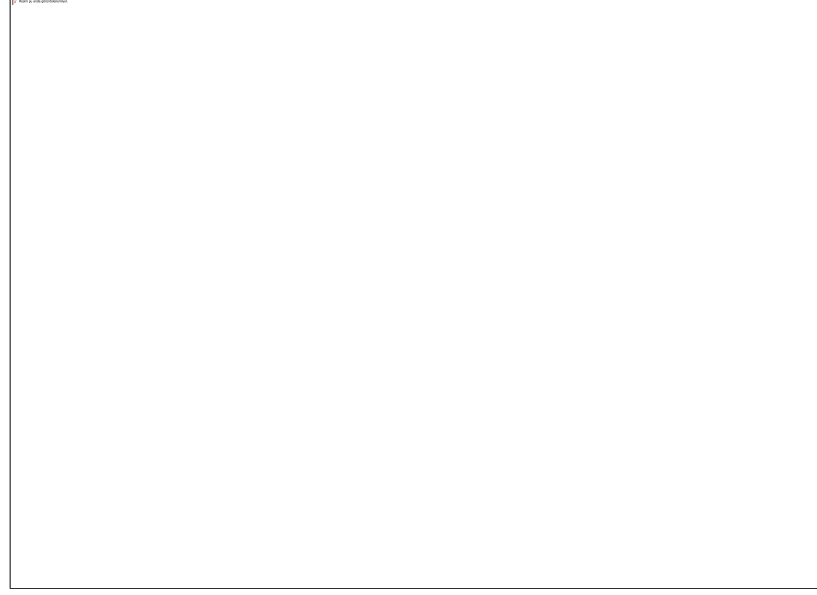
Dört ana gruba ait örneklerin Koronal 1/3 bölgeleri incelendiğinde dentin tübüllerinin açık olduğu ve smear tabakasının tamamen uzaklaştığı görülmüştür (Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15 ve Şekil 3.16). Ayrıca dentin tübül ağzlarında herhangi bir erozyona rastlanmamıştır.



Şekil 3.13. %17'lik EDTA ile son yıkaması yapılan gruba ait (Grup I) SEM örneği (X 1500)



Şekil 3.14. BioPure MTAD ile son yıkaması yapılan gruba ait (Grup II) SEM örneği (X 1000)



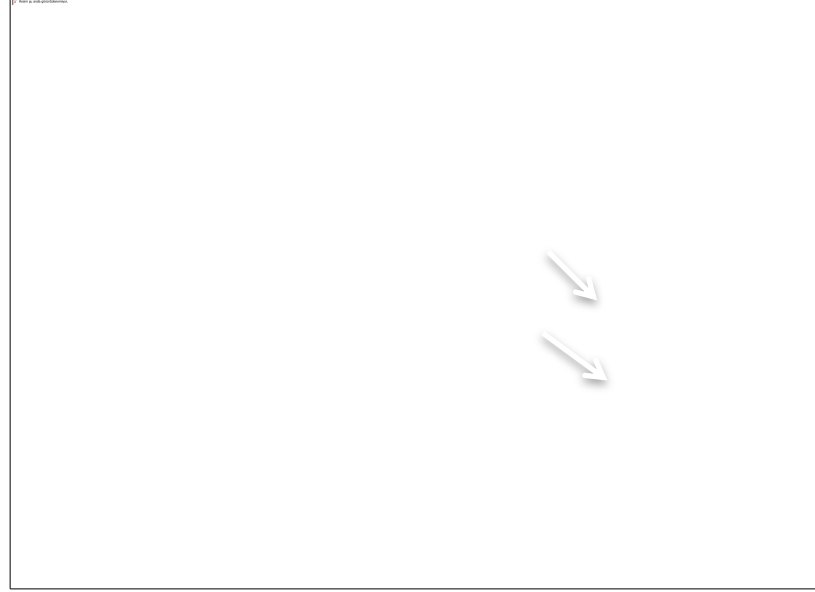
Şekil 3.15. Qmix ile son yıkaması yapılan gruba ait (Grup III) SEM örneği (X 1000)



Şekil 3.16. Klorheksidin ile son yıkaması yapılan gruba ait (Grup IV) SEM örneği (X 1000).

Çalışmamızın taramalı elektron mikroskop incelemesinin ikinci bölümünde, son yıkama solüsyonlarının farklı içerikli kök kanal dolgu patlarının dentin tübül adaptasyonlarına ve penetrasyonlarına etkilerini değerlendirdik.

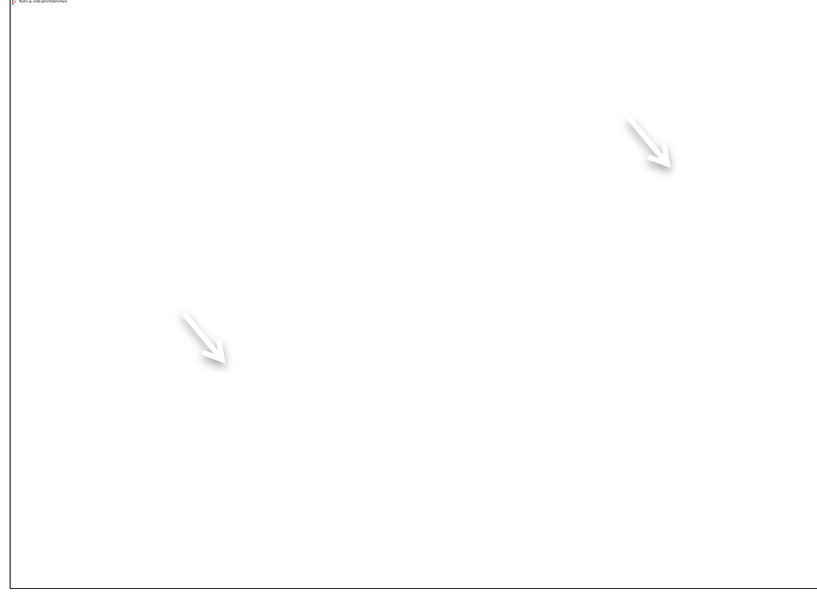
3.2.1. Grup I'e ait örneklerinin SEM bulguları



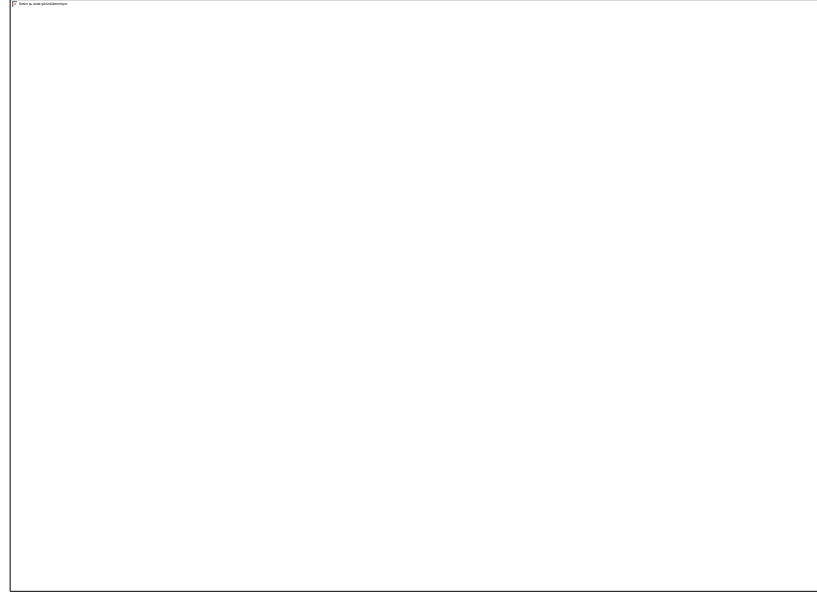
Şekil 3.17. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrografide kanal dolgu patının dentin kanalları içerisine düzenli olmayan penetrasyonu izlenmektedir.



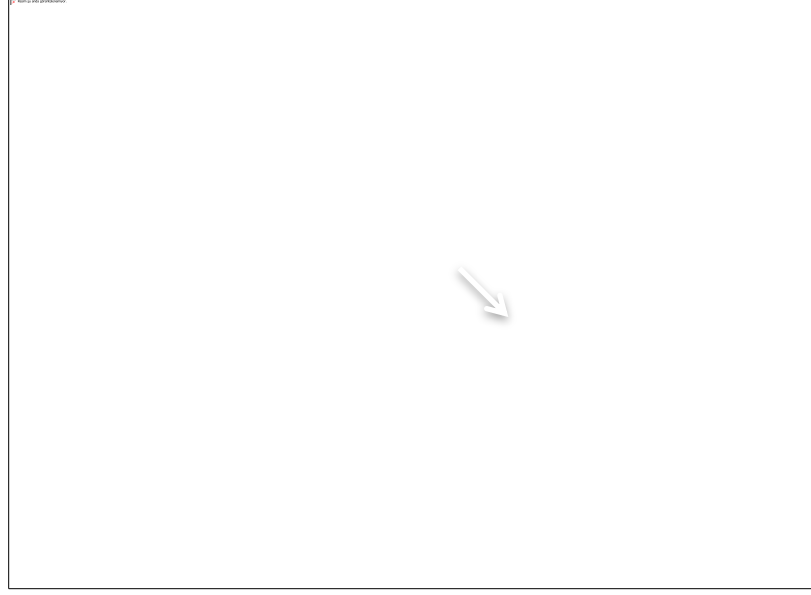
Şekil 3.18. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200) karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının yer yer pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir.



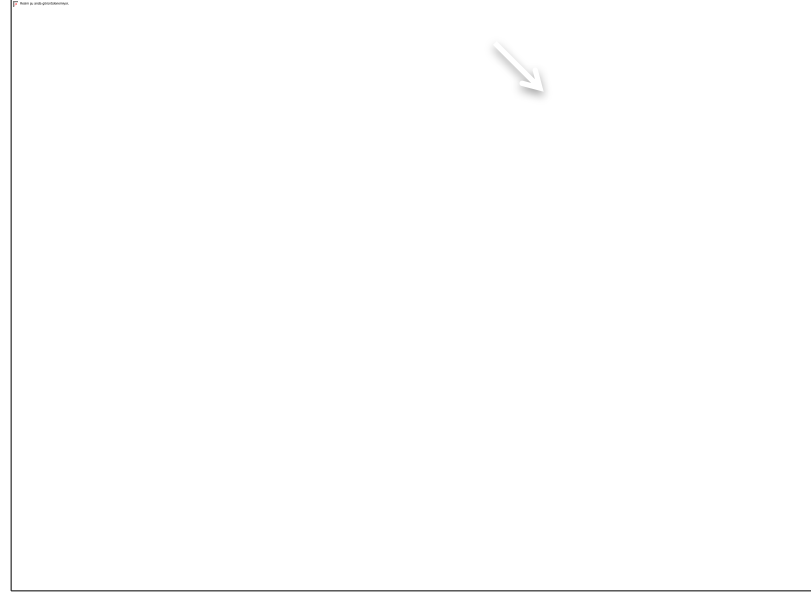
Şekil 3.19. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofrafta kanal dolgu patının dentin kanalları içerisine düzenli olmayan penetrasyonu izlenmektedir



Şekil 3.20. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzılarının pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir.



Şekil 3.21. Smartpaste bio kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrografide kanal dolgu patının dentin kanalları içerisine düzenli olmayan penetrasyonu izlenmektedir.

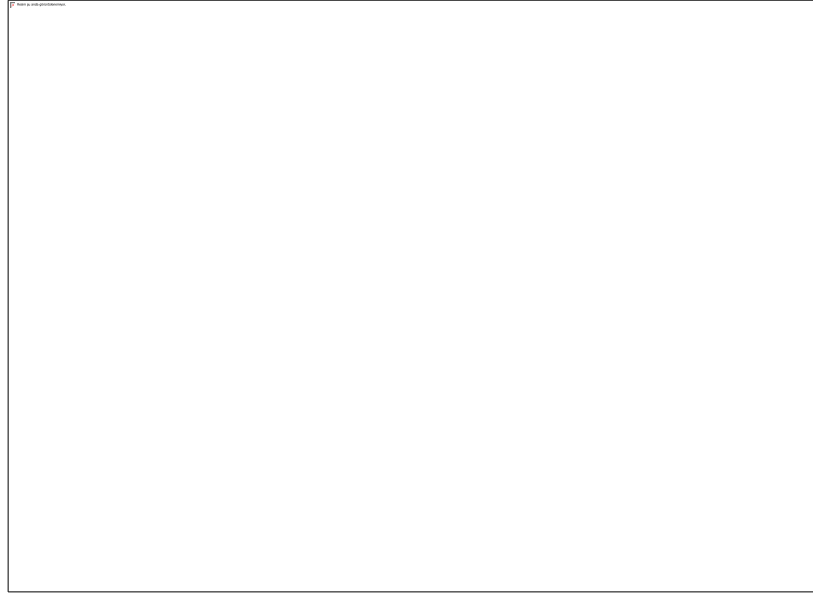


Şekil 3.22. Smartpaste bio kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir.

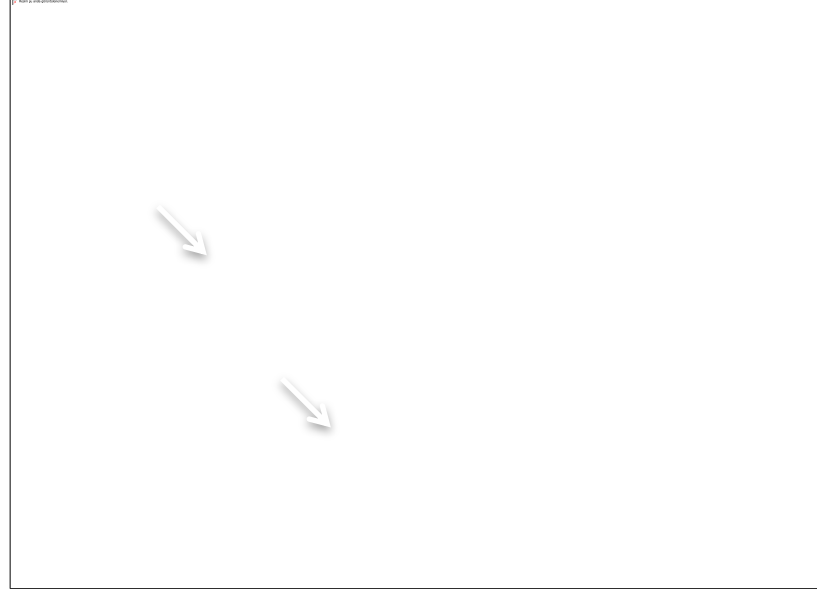
3.2.2. Grup II'ye ait örneklerinin SEM bulguları



Şekil 3.23. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrografide ActiV GP kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmekte ancak dentin tübüllerine penetrasyon gözlenmemektedir.



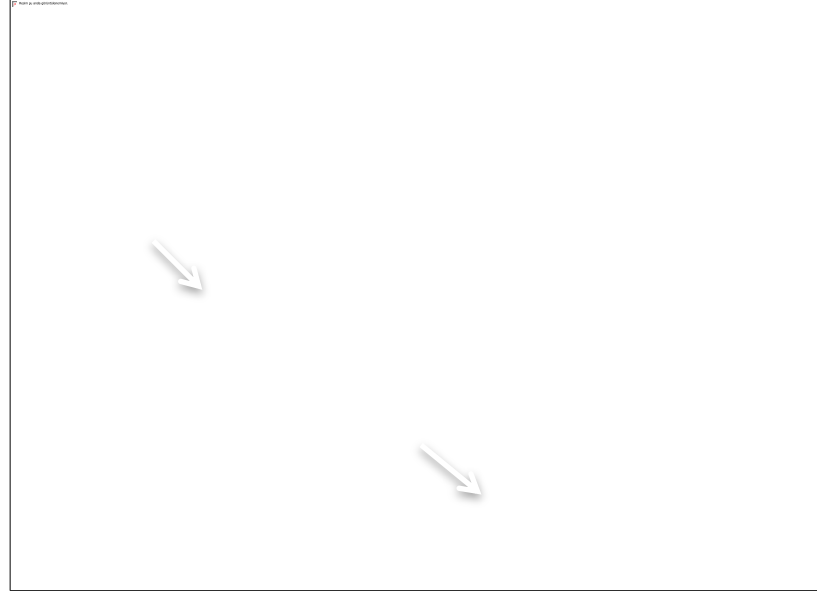
Şekil 3.24. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir.



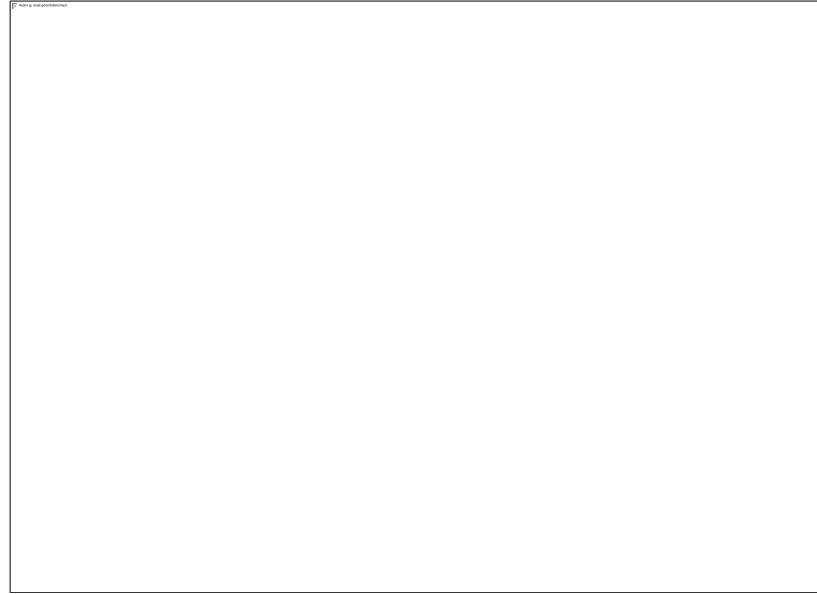
Şekil 3.25. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrografide pat dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmektedir. Patın dentin tübüllerine penetre olduğu gözlenmektedir.



Şekil 3.26. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağızlarının yer yer pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir.

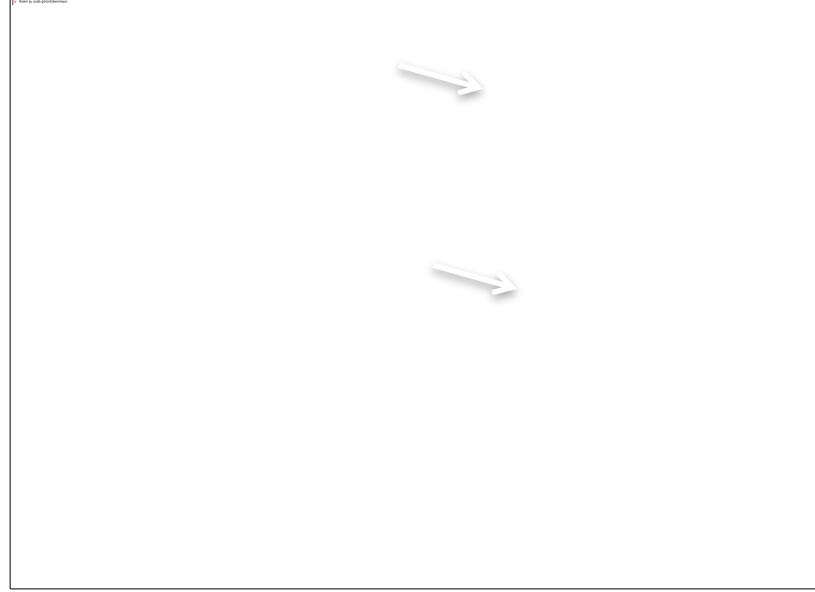


Şekil 3.27. Smartpaste bio kök kanal patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofrafta pat dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmektedir. Patın dentin tübüllerine penetre olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3.28. Smartpaste bio kök kanal patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının yer yer pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir.

3.2.3. Grup III'e ait örneklerinin SEM bulguları



Şekil 3.29. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofrafta ActiV GP kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmekte ancak dentin tübüllerine tam olarak penetrasyon göstermediği gözlenmemektedir. Bazı bölgelerde bağlantı olmadığı izlenmektedir.



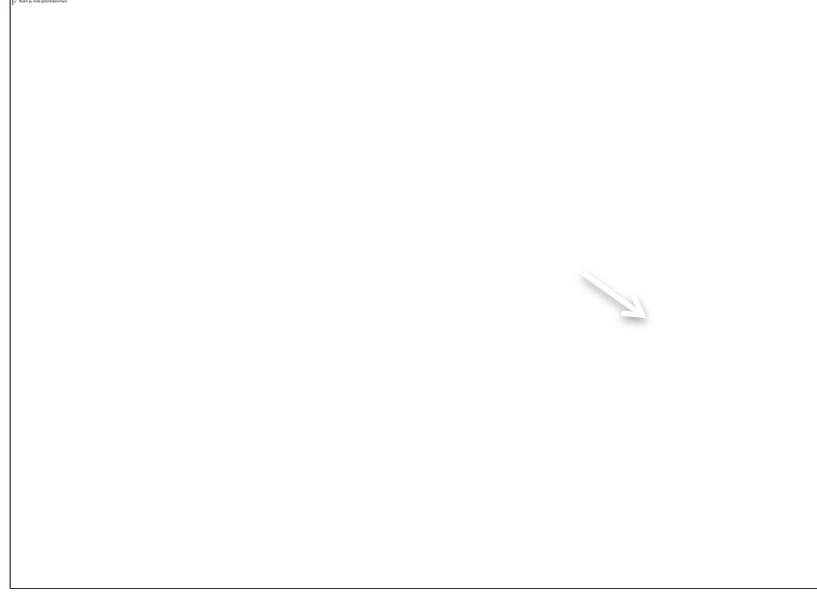
Şekil 3.30. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının yer yer pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir



Şekil 3.31. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan SEM görüntüsünde EndoSequence BC Sealer kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon ve dentin tübüllerine penetrasyon izlenmektedir.



Şekil 3.32. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağızlarının büyük ölçüde pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir

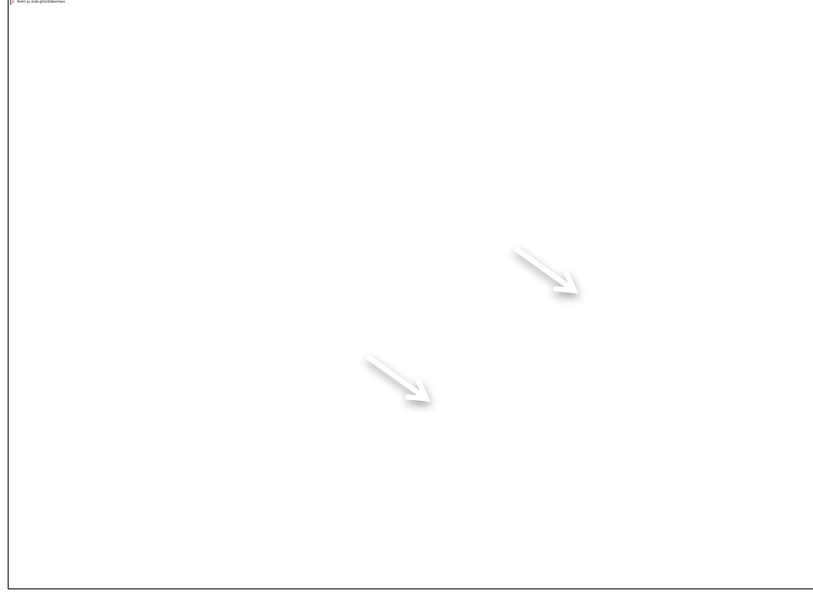


Şekil 3.33. Smartpaste bio kök kanal patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofide . Smartpaste bio kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon ve dentin tübüllerine penetrasyon izlenmektedir.

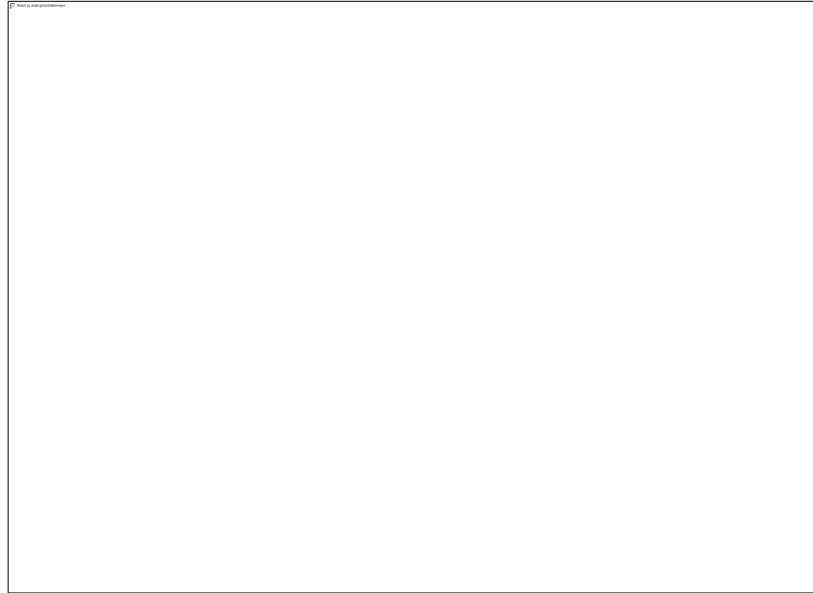


Şekil 3.34. Smartpaste bio kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının büyük ölçüde pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir.

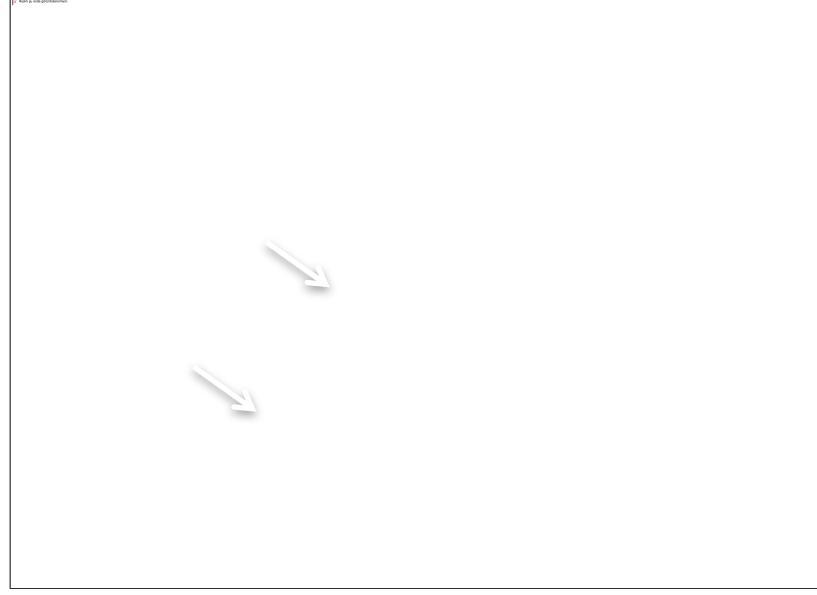
3.2.4. Grup IV'e ait örneklerinin SEM bulguları



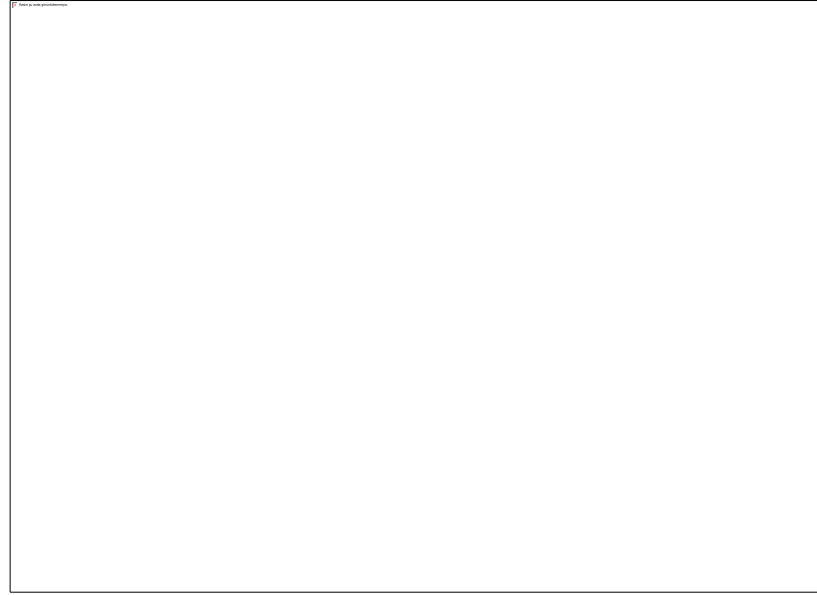
Şekil 3.35. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofrafta ActiV GP kök kanal patının ile dentin tübüllerine penetrasyonu gözlenmektedir.



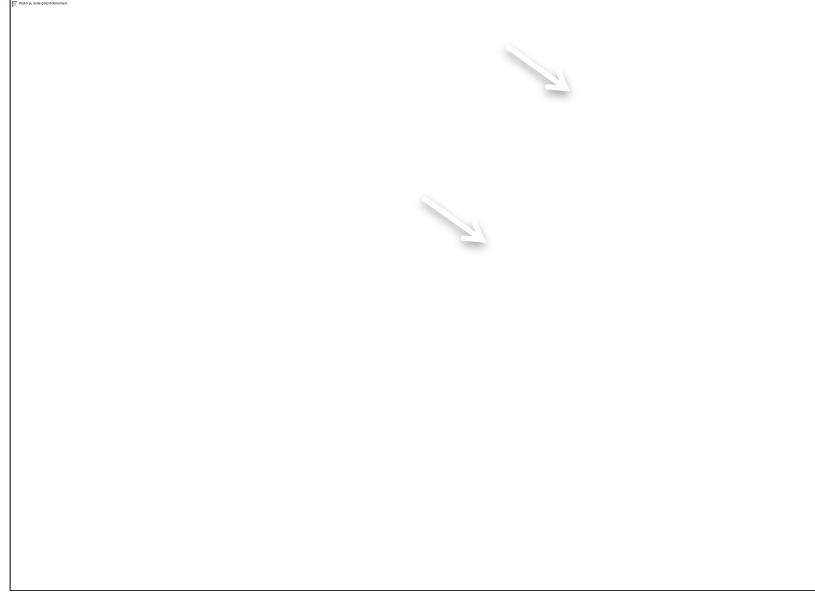
Şekil 3.36. ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağzlarının büyük ölçüde pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir



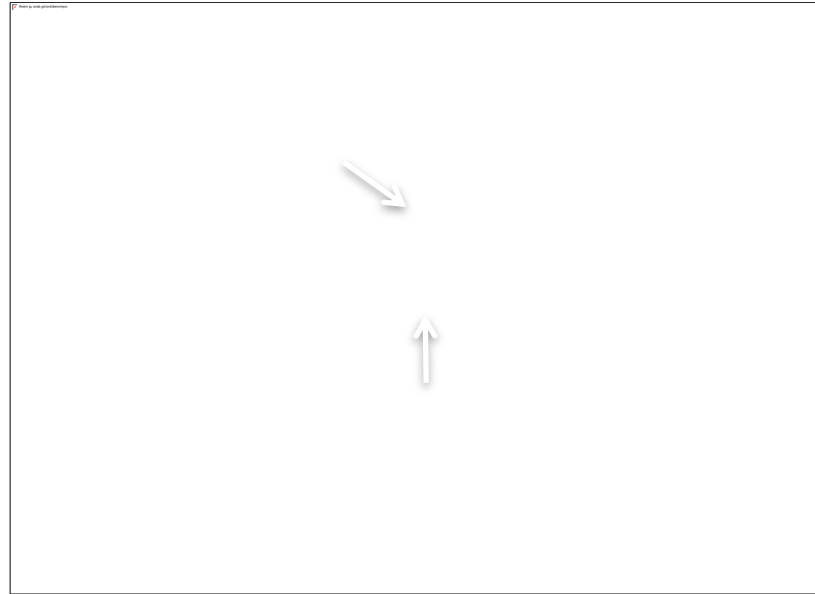
Şekil 3.37. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrografide. EndoSequence BC Sealer kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmekte ve dentin tübüllerine penetrasyon gözlenmektedir.



Şekil 3.38. EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1000): karşıdan alınan görüntüde dentin tübül ağızlarının büyük ölçüde pat uzantılarıyla örtülü olduğu izlenmektedir



Şekil 3.39. Smartpaste bio kök kanal patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofrafta, Smartpaste bio kök kanal patının dentin tübüllerine penetrasyon gösterdiği ve dentin tübül ağzlarının büyük ölçüde pat ile örtüldüğü izlenmektedir.



Şekil 3.40. Smartpaste bio kök kanal dolgu patı ile doldurulan örneğin SEM Fotomikrografisi (X1200): pat dentin arayüzünden alınan mikrofrafta. Smartpaste bio kök kanal patı ile dentin duvarı arasında adaptasyon izlenmekte ve dentin tübüllerine penetrasyon gözlenmektedir.

4.TARTIŞMA

Başarılı bir endodontik tedavi, kök kanal sisteminden debrislerin uzaklaştırılmasına, patojenik mikroorganizmalardan tamamen arındırılması ile 3 boyutlu olarak hermetik bir şekilde doldurularak kök kanal boşluğuna periodontal dokulardan ve ağız ortamından gelebilecek bakterilere karşı korunmasına bağlıdır (Byström ve Sundqvist, 1981).

Bu amaca ulaşmak için, kök kanal dolgusunun hem apikal hem de koronal olarak tüm kök kanal boşluğunu kapatarak mikroorganizma ve doku sıvılarının girişini önlemesi gerekir. Apikal sızıntı başarısız kök kanal tedavileri için en yaygın neden olarak düşünülür. Ancak koronal sızıntının da önemli bir başarısızlık nedeni olduğu rapor edilmiştir (Thoden ve ark., 1981; Madison ve ark., 1987; Saunders ve Saunders, 1994; Ray ve Trope, 1995).

Kök kanalında mikrosızıntı, diş ve kök kanal dolgu maddesi arasında bakteri, sıvı ve kimyasal maddelerin geçişi olarak tanımlanır (Timpawat ve ark., 2001b). Günümüze dek yapılan çalışmalarda, hiçbir kök kanal dolgu materyalinin ve kanal doldurma tekniğinin ideal olmadığı ve de apikal ile koronal mikrosızıntıyı tam olarak engelleyemediği gösterilmiştir (Gutmann, 1993). Oluşan bu mikrosızıntı sonucunda ise sıvı ve mikroorganizmaların koronal-apikal yöndeki hareketi mikroorganizmalar için beslenme kaynağı oluşturur ve kanal içinde canlılığını devam ettiren veya ağız ortamından geçiş yapan mikroorganizmaların periradiküler enflamasyonu başlatmasına veya devam ettirmesine neden olur (Saunders ve Saunders, 1994). Ayrıca, kan serumundan kaynaklanan ve içinde suda çözünebilen proteinler, enzimler ile tuz içeren sıvı, apikalde tam doldurulmadan kalmış boşluklarda birikerek zamanla bozulmakta ve fizikokimyasal irritan etki göstererek periradiküler enflamasyon oluşturmaktadırlar (Ingle ve Bakland, 2002). Ancak yapılan çalışmalarda; endodontik tedavi esnasında kullanılan kök kanal dolgu patlarının, kök kanal duvarı ve kor materyali ile yapacağı iyi bir adezyon sayesinde kök kanal dolgusu boyunca meydana gelen mikrosızıntının azalacağı belirtilmiştir (Saleh ve

ark., 2002; Schwartz, 2006; Sly ve ark., 2007). Bu nedenle, kök kanal dolgu patlarının kök dentinine ve gütaperkaya bağlanma yetenekleri endodontik tedavinin ileriki dönem başarısını belirleyen en önemli faktörlerden birisidir (Shipper ve ark., 2004; Shipper ve ark., 2005).

Gütaperkanın, kök kanal dolgu patı ile kullanılması endodontik tedavi esnasında kullanılan standart bir uygulamadır (Shokouhinejad ve ark., 2010). Gütaperka konları, kanal hacminin ana kısmını doldurmada tercih edilmesi gereken bir materyaldir. Gütaperka konlarının termoplastik özelliklerinden dolayı yumuşatılarak kanal duvarlarına daha iyi adapte olmaları sağlanabilmektedir. Ancak gütaperka, tek başına kök kanal dolgusu olarak kullanıldığı zaman kök kanal dentinine adezyon sağlayamaz ve kök kanalında mikrosızıntının oluşmasına neden olur (Saunders ve Saunders, 1994; Çobankara ve ark., 2004).

Ishley ve ElDeeb (1983), termomekanik kompaksiyon tekniği ile doldurulan kök kanallarında, gütaperkanın kök kanal patı olmadan uygulanması durumunda, sızıntının 5 ile 20 kat arttığını göstermişlerdir. Benzer şekilde Wu ve Wesselink (1993), kök kanallarını sadece gütaperka konları ve gütaperka ile birlikte AH-26 kök kanal patı kullanarak doldurmuşlardır. Kök kanallarında oluşan mikrosızıntıyı modifiye likit transportasyon yöntemiyle ölçmüşler ve gütaperka ile kanal patının birlikte kullanılmasının mikrosızıntıyı anlamlı derecede azalttığını bildirmişlerdir.

Bu nedenlerden dolayı kanal dentin duvarı ile gütaperka arasındaki ve gütaperka konlarının birbirleri arasındaki mikroboşlukların kök kanal dolgu patları kullanılarak kapatılması gereklidir (Saunders ve Saunders, 1994; Çobankara ve ark., 2004).

Kök kanal tedavisinin başarı oranının kemomekanik preperasyondan sonra bakteriden arındırılmış şekilde dezenfekte edilmesi ile arttığı rapor edilmiştir (Byström ve ark., 1987; Sjögren ve ark., 1997). Enstrümanlar ile ana kök kanalından enfekte dentinin kaldırılması önemliyken yıkama solüsyonlarının da lateral ve aksesuar kanallar gibi enstrümanların erişemediği bölgelerde dezenfeksiyon sağlamanın vazgeçilmez bir rolü olduğu saptanmıştır (Hasselgren ve ark., 1988).

Günümüzde kök kanalında daha iyi bir dezenfeksiyon sağlanması için değişik yıkama protokolleri ve bir çok yıkama solüsyonu geliştirilmiştir. Bu yeni geliştirilen yıkama solüsyonlarına, dentin yüzeyine optimum bağlanma sağlaması, moleküler çekimin kolaylaştırılması ve kimyasal ile mekanik bağlanmanın bir arada oluşturulması için bir takım yüzey ajanları eklenmiştir (de Assis ve ark., 2011; Prado ve ark., 2011; Ballal ve ark., 2013).

Tüm bu bilgilerin ışığında, çalışmamızda son yıkama solüsyonlarının farklı içerikli kök kanal dolgu patlarına bağlanma dayanımlarına etkisi push out testi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca bu yıkama solüsyonlarının, kök kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine yaptığı adaptasyon ve penetrasyonlarına etkisi ise SEM’de incelenmiştir.

Uzun dönem klinik araştırmalar, zaman ve hasta takibi açısından zordur. Bu araştırmalarla oral kavitedeki stres yoğunluğundan dolayı başarısızlığın gerçek nedeni ayırt edilemez (Perdigao, 2002; Van Meerbeek ve ark., 2003). Ayrıca, in vivo çalışmalarda sonuçları etkileyebilecek kontrol edilemeyen manüplasyon, ortamın nemliliği ve örnek seçimi gibi faktörler de vardır (Mason ve ark., 1996). İn vitro deneylerin amacı; ağız içi ortamı taklit ederek araştırılan materyallerin değişen koşullardaki olası davranışlarını saptayabilmektir. Laboratuvar testleri, tek bir değişkeni değerlendirirken, diğer değişkenleri sabit tutar ve maliyeti düşüktür. Genellikle bu testlerin uygulanması daha hızlı ve kolaydır (Van Meerbeek ve ark., 2003). Bizde çalışmamızı bu nedenlerden dolayı in vitro koşullarda gerçekleştirdik.

Birçok çalışmada kök yüzeyinde oluşabilecek çatlakların ve kırıkların, deney sonuçlarını etkilemesini önlemek amacıyla yapısındaki nemi koruyan, kırılğan hale gelmemiş yeni çekilmiş dişler kullanılmıştır. Ayrıca yeni çekilmiş dişler, akrilik bloklara göre klinik şartları daha iyi yansıtmaktadır (Belli ve ark., 2001; Galvan ve ark., 2002; Zaia ve ark., 2002; Tselnik ve ark., 2004; Sauáia ve ark., 2006; John ve ark., 2008; Nagas ve ark., 2010; Bailón-Sánchez ve ark., 2011). Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda yeni çekilmiş dişlerin kullanılması uygun görülmüştür.

Wu ve ark. (1993), çalışmalarda değişkenliği en aza indirmek için aynı grup dişlerin kullanılmasını ve bu dişlerin boyutlarının, kanal çaplarının, kanal anatomilerinin de birbirine benzer olmasının gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarda, standardizasyonun sağlanabilmesi için, çürüksüz ve restorasyonu olmayan dişlerin kullanılmasının gerektiği de bildirilmiştir (Retief, 1991). Bununla birlikte Çalışkan ve ark. (1995), Türk toplumu üzerinde yaptıkları çalışmada üst orta keser dişlerin Vertucci sınıflamasına (1984) göre %100 oranda Tip I kanal yapısı gösterdiğini, yani tek kök ve tek kök kanalına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Bu nedenle araştırmamızda, arka grup dişlerin anatomilerinin değişkenlik göstermesinden dolayı kök kanallarını standardize etmek ve anatomik varyasyonlardan kaçınmak için yeni çekilmiş, tek köklü, düz kanallı, çürüksüz ve restorasyonu bulunmayan benzer üst santral dişlerin kullanımı tercih edilmiştir.

İnsan dişleri kullanılarak yapılan çalışmalarda, restoratif materyalin uygulamasından önce ve sonra örnekler; timol içeren distile su, distile su, serum fizyolojik ve formalinde bekletilmektedir (Rueggeberg, 1991; Demarco ve ark., 2001; Civelek ve ark., 2003). Çalışmamızda çekilen dişler bakteriyel enfeksiyonun önlenmesi amacıyla, deney sürecine kadar %0,1 timol kristali içeren distile su içerisinde bekletilmiş ve saklama çözeltisi haftada bir kez değiştirilmiştir (Triolo ve Swift, 1992; Cavalcante ve ark., 2007; Pereira ve ark., 2009).

Birçok çalışmada, dişlerdeki boyut farklılığını elimine etmek ve standart hale getirmek için elmas diskler ile koronalden aşındırma yapılarak, kök boyları eşit uzunluğa getirilmiştir (Barthel ve ark., 2001; Çelik ve ark., 2006; Pitout ve ark., 2006; Fathi ve ark., 2007; Fransen ve ark., 2008; Williamson ve ark., 2009). Çalışmamızda da kök boyları koronalden elmas frezlerle su soğutması altında aşındırma yapılarak 14 mm uzunluğunda olacak şekilde standart hale getirilmiştir.

Günümüzde nikel-titanyum döner ege sistemlerinin kök kanallarının şekillendirilmesinde kullanımı yaygınlaşmaktadır. Yapılan çalışmalarda, bu sistemlerin geleneksel yöntemlere göre, kök kanallarında daha etkin bir

şekillendirme sağlaması, dar ve eğri kanallarda transportasyon riskini azaltması, çalışma süresini kısaltması, hem hasta hem de hekim için çalışma kolaylığı sağlaması gibi avantajlarının bulunduğu gösterilmiştir (Glossen ve ark., 1995; Short ve ark., 1997; Elayouti ve ark., 2008).

NiTi döner eğeler crown-down preparasyon yöntemiyle birlikte uygulanmaktadır. Crown-down preparasyon tekniği ile yapılan şekillendirmenin debrisini uzaklaştırmada ve apikal bölgeye daha rahat ulaşılması konusunda avantajlı bir yöntem olduğu bildirilmiştir. Ayrıca step-back preparasyon tekniğine göre eşit ya da daha iyi sonuçlar verdiği de gösterilmiştir (Ahlquist ve ark., 2001; Mikrogerorgis ve ark., 2006). Bu çalışmaların doğrultusunda, çalışmamızda benzer şekilde kök kanal preparasyonu sırasında NiTi döner eğeler ile birlikte crown-down tekniği kullanılmıştır. Böylece konik bir preparasyon oluşturularak ideal bir kök kanal formu sağlanmıştır.

Son yıllarda tek kon tekniğinin uygulanması ile birlikte “endodontik senkronizasyon” denilen bir kavramdan söz edilmeye başlanmıştır. Endodontik senkronizasyonda kök kanal sisteminin sabit açılı döner sistemler ile genişletilmesi ve bu eğelere uygun yine sabit açılı tek kon güta-perkalar ile doldurularak minimal pat kullanımı hedeflenmiştir. Bu amaca ulaşabilmek için ProTaper gibi değişken açılı döner NiTi eğelerin kullanılması önerilmemektedir (Koch ve ark., 2010). Bu nedenle bizde çalışmamızda endodontik senkronizasyonu sağlamak amacıyla kök kanallarını sabit .06 taper açılı döner nikel titanyum RaCe Universal ege sistemi ile genişlettik.

Mikroskobik incelemede, kök kanalları irregüler ve komplike bir yapı göstermektedir. Bu kompleks yapı içerisinde kök kanallarında bulunan kesecikler, lateral kanallar ve sonlanmalar bulunur. Pulpa dokusu travma veya çürük nedeniyle patolojik değişimler gösterdiği zaman kök kanal sisteminde bir çok sayıda ve çeşitte bakteri ve bakteri toksinleri ortaya çıkar. Mikroorganizmalar, kök kanal sistemi içerisinde bulunan düzensiz yapılarda bulunduğu gibi aynı zamanda dentin tübülleri içerisinde yerleşirler (Orstavik ve Haapasolo, 1990; Torabinejad ve ark., 2003b). Bu nedenle başarılı bir endodontik tedavi için kök kanallarının şekillendirilmesi

sırasında ve sonrasında değişik kimyasal yıkama solüsyonlarının kullanılması da gerekmektedir.

İdeal endodontik yıkama solüsyonun sahip olması gereken en önemli özellikler; antibakteriyel özelliğe sahip olması, organik ve inorganik dokuyu çözmesi, hem lubrikant hem de yıkama etkisinin olması, çevre dokulara toksik etki göstermemesi, diş yapılarını zayıflatmaması ve patların adezyonunu etkilememesi şeklinde sayılabilir (Haapasalo ve ark., 2010). Günümüzde hiçbir solüsyon ideal yıkama solüsyonundan beklenen özellikleri tek başına karşılamamaktadır.

Sodyum hipoklorit, %0,5'den %6'ya kadar olan konsantrasyonları ile en çok önerilen ve kullanılan yıkama solüsyonudur. Sodyum hipoklorit, güçlü antimikrobiyal (Byström ve Sundqvist, 1983) ve doku çözücü etkiye (Rosenfeld ve ark., 1978) sahiptir. Ayrıca kolay ve makul fiyata bulunabilmesi nedeniyle uzun yıllardır kök kanal tedavisi esnasında kullanılmaktadır (Clarkson ve Moule, 1998). Yapılan bağlanma dayanımı çalışmalarında genellikle %5,25'lik sodyum hipoklorit her ege değişimden sonra kullanılması tercih edilmiştir (Fisher ve ark., 2007; Hashem ve ark., 2009; Ersahan ve Aydın., 2010; Shokouhinejad ve ark., 2010; Prado ve ark., 2013). Araştırmacılar bu konsantrasyonu tercih etme sebeplerini de smear tabakasında bulunan organik tabakanın tamamen kaldırılması amacına bağlamışlardır. Bu nedenlerden dolayı bizde çalışmamızda Grup I ve Grup IV'te klinik koşulları taklit etmek ve smear tabakasında bulunan organik dokuyu tamamen elimine etmek için her ege değişiminden sonra %5,25'lik sodyum hipokloriti kullanmayı tercih ettik. Ancak Grup II'de %1,3'lük, Grup III'te ise %6'lık sodyum hipoklorit her ege değişiminden sonra kullanılmıştır. Uygulanan bu konsantrasyon farklılığı kullanılan son yıkama solüsyonuna göre belirlenmiştir. Ayrıca Torabinejad ve ark. (2003b), yaptıkları çalışmada smear tabakasının kaldırılması yönünden son irrigasyon olarak MTAD kullanılmasından önce NaOCl'nin farklı konsantrasyonlarının (%1,3 ,%2,6 ve %5,25) kullanılması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermişler ve bu sonuca göre de NaOCl'in daha az toksik olan %1,3'lük konsantrasyonunun MTAD öncesi uygulamalarda preperasyon esnasında ara yıkamalar için kullanılmasını önermişlerdir. Bununla

birlikte Tay ve ark.'da (2006b) MTAD'nin içerisinde bulunan doksisisiklin ile yüksek konsantrasyonlarda kullanılan NaOCl'nin reaksiyona girdiğini ve kök kanallarında kırmızı mor renkte solüsyon oluşturduğunu bu nedenle çalışmalarında MTAD'nin klinik protokolü olan %1,3'lük NaOCl kullanımını önermişlerdir. Shokouhinejad ve ark. (2010) ve Kandaswamy ve ark.'da (2011) MTAD ile yaptıkları çalışmada ara yıkamalarda %1,3'lük sodyum hipoklorit kullanmışlardır. Bu nedenle bizde çalışmamızda MTAD kullanımından önce üretici firmanında tavsiyesi olan %1,3'lük NaOCl'yi kullanmayı tercih ettik. Grup III'de son yıkama solüsyonu olarak kullandığımız QMix öncesinde ise Wang ve ark.'nın (2012) ve Eliot ve ark.'nın (2013) uyguladığı şekilde ve üretici firma tavsiyesi doğrultusunda bizde ara yıkamalarda %6'lık NaOCl kullanmayı tercih ettik.

Kök kanalının şekillendirilmesinden sonra kök kanallarının son bir kez yıkanması endodontik tedavinin başarısı için önemlidir. Yapılan son yıkamada, kök kanalında kalan pulpa artıkları, bakteri ile bakteri ürünleri ve şekillendirme esnasında ortaya çıkan dentin talaşları son bir kez uzaklaştırılarak kök kanalı tamamen dezenfekte hale getirilmeye çalışılır. Son yıkamada kullanılacak olan yıkama solüsyonu, güçlü bir antibakteriyel etkinliğe sahip olmalı ve yapılacak olan kök kanal dolgusunun dentin duvarına bağlanmasını etkilememelidir (Ruff ve ark., 2006; Hashem ve ark., 2009; Kamberi ve ark., 2012; Shokouhinejad ve ark., 2013)

EDTA, smear tabakasının sadece inorganik yapısına etki ettiği için organik artıkların da uzaklaştırılması amacıyla %0,5-5,25'lik NaOCl ile EDTA'nın kombine kullanılması önerilmektedir (Goldman ve ark., 1982; Yamada ve ark., 1983; White ve ark., 1984; Stewart, 1986; Baumgartner ve Mader, 1987; Cengiz ve ark., 1990; Tatsuta ve ark., 1999). EDTA'nın dentin tübüllerinde erozyon yapmaması ve smear tabakasını etkili bir şekilde kaldırılması için EDTA'nın kısa süreli (1 dakika) olarak kök kanalında uygulanması gerektiği (Çalt ve Serper, 2002; Shokouhinejad ve ark., 2010) ayrıca uzun süreli EDTA uygulamalarında kök dentininde eroziv alanlar meydana geldiği belirtilmiştir (Serper ve Çalt, 2002; Tay ve ark., 2007). Bu nedenlerden dolayı bizde çalışmamızda Grup I'de son irrigasyon olarak

kullandığımız EDTA'yı kök dentininde erozyona sebebiyet vermemesi ve smear tabasını etkili bir biçimde kaldırması için kök kanalında 1 dakika boyunca uyguladık.

Ayrıca, Saghiri ve ark. (2009), kök kanal dentininin mikrosertliği ile erozyon arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında %5,25 NaOCl + %17 EDTA + %5,25 NaOCl irrigasyonunun %5,25 NaOCl + %17 EDTA + distile su irrigasyonundan daha fazla kök kanal dentininin mikrosertliğini azalttığını belirtmişlerdir. Bu çalışma bir çok araştırma tarafından da desteklenmiştir (Çalt ve Serper, 2000; Niu ve ark., 2002; Qian ve ark., 2011, Saghiri ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2010; Şen ve ark., 2009; Mai ve ark., 2010). Bunun yanı sıra Çalt ve Serper (2002), 10 ml %17 EDTA'yı takiben 10 ml %5 NaOCl ile kök kanal yıkamasının kök kanal dentininde erozyon meydana getirdiğini rapor etmişlerdir. Bu nedenden dolayı çalışmamızda dentin mikrosertliğinin etkilenmemesi ve oluşabilecek dentinal erozyonu önlemek için EDTA'dan sonra sodyum hipoklorit yerine distile su kullanılması tercih edilmiştir.

Biopure MTAD, Dr. Mahmoud Torabinejad tarafından smear tabakasının dentin erozyonu oluşmadan kaldırılması ve antimikrobiyal etki sağlanması amacıyla geliştirilen son yıkama solüsyonudur (Alaçam, 2012a; s.: 529-586). Bu solüsyon % 3'lük doksisisiklin, % 4,25'lik sitrik asit ve bir deterjan olan % 0,5'lik Tween-80 içermektedir. MTAD ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda bu ürünün smear tabakasını uzaklaştırabildiği ve E. faecalis üzerinde de etkili olduğu görülmüştür (Torabinejad ve ark., 2003a). Biopure MTAD'nin son yıkama solüsyonu amacıyla üretilmesi ve yeni geliştirilen bir ürün olması nedeniyle Grup II'de son yıkama solüsyonu olarak MTAD'yi kullanmayı tercih ettik. MTAD içerisinde şelasyon bir ajan barındırması sebebiyle öncesinde smear tabakasının uzaklaştırılması için herhangi bir şelasyon ajanı kullanmadık.

QMix; EDTA, CHX ve deterjan (yüzey aktif ajan) içeren yeni bir son yıkama solüsyonudur ve pH'sı nötrün hafif üzerindedir. %6'lık NaOCl'den sonra kullanılması önerilmiştir. Yayınlanan bazı çalışmalarda EDTA gibi şelasyon yapan ajanların dentinde erozyona sebep olduğu belirtilmiş (Cury ve ark., 1981; Torabinejad ve ark., 2003b) ve bu ajanların kullanılmasının yerine son yıkama

solüsyonu olarak hem kullanım kolaylığı hem de içerisinde bileşikler bulundurması sebebiyle MTAD veya QMix'in kullanılması önerilmiştir. Ayrıca bu bileşik ürünler sodyum hipokloritle birlikte kullanıldığında dentinal erozyon yapmadan son yıkama yapma imkanı sunmaktadır (Qian ve ark. 2011). Bu bilgiler ışığında bizde Grup III'de son yıkama solüsyonu olarak QMix'i kullanmayı tercih ettik.

Klorheksidin antimikrobiyal etkisi, kalıcılığı, kötü kokmaması nedeniyle kök kanal tedavisi esnasında yıkama solüsyonu olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda biyouyumluluğu nedeniyle açık apeksli dişlerde veya allerji durumunda NaOCl'ye alternatif olarak da tercih edilmektedir (Ferraz ve ark., 2007; Gomes ve ark., 2009). Buna rağmen CHX'de NaOCl'in önemli avantajı olan pulpa dokusunu çözücü etkisinin bulunmaması nedeniyle NaOCl'in ağırlıklı olarak tüm enstrümantasyondan sonra, CHX'in ise son yıkama solüsyonu olarak kullanılması önerilmiştir (Okino ve ark., 2004; Zehnder, 2006; Hashem ve ark., 2009; de Assis ve ark., 2011; Neelakantan ve ark., 2011). Ayrıca NaOCl'nin ve CHX'in smear tabakasını kaldırma etkisi olmadığından dolayı şelasyon yapıcı bir madde veya asitlerle birlikte kullanılması (EDTA ve sitrik asit gibi) (Zehnder, 2006) önerilir. Bu nedenle çalışmamızda Grup IV'de son yıkama solüsyonu olarak klorheksidin seçilmiş ve şelasyon özelliği bulunmadığından dolayı %17'lik EDTA ile birlikte kullanılmıştır.

Kullanılan herhangi bir yıkama sıvısının optimum etki gösterebilmesi için kanal duvarları ile mümkün olduğunca fazla temas etmesi gerekmektedir (Nielsen ve Baumgartner, 2007). Son yıllarda kök kanallarında solüsyonlarının aktive edilerek uygulanması irrigasyon konusundaki güncel yaklaşımlardan birisidir. Temelde tüm irrigasyon teknikleri kök kanalında irrigasyon solüsyonunun aktive edilerek veya aktive edilmeden uygulanmasını içermektedir. Bu amaç için çeşitli sistemler geliştirilmiştir. Bunlar el ile yapılan aktivasyon teknikleri (Kanül ya da iğne ile yapılan, fırçalar, güta-perkanın el ile aktivasyonu) makinalar ile yapılan aktivasyon (Döner aletler ile kullanılan fırçalar, döner alet ile egeleme işlemi sırasında devam eden yıkama, sonik irrigasyon sistemleri, ultrasonik cihazlar ile uygulanan irrigasyon, basıncı değiştiren cihazlar) teknikleridir (Gu ve ark., 2009).

Araştırmalar şekillendirme işlemi yapılmış kanallarda duvarlara mümkün olduğunca adapte olan bir ana güta-perka konu kullanılarak 2-3 mm'lik kısa darbelerle kanal içindeki yıkama sıvısının aktive edilmesi ile etkili bir hidrodinamik etki oluştuğunu (Nielsen ve Baumgartner, 2007) ve güta-perka konuyla yapılan hareketler sonucunda kanal içindeki basıncın arttırılarak yıkama sıvısının daha derin bölgelere yayılabildiğini göstermiştir (Gu ve ark., 2009; Zehnder, 2006).

Ram (1977), geleneksel şırınga ile yapılan yıkama işleminde solüsyonun, iğnenin ulaştığı alandan sadece 1 mm daha derine ulaşabildiğini göstermiştir. Endodontik tedavi esnasında dar kanallarda iğne ucunun koronal üçlüye, geniş kanallarda en iyi ihtimalle orta üçlüye kadar ulaşabilmesi sebebi ile klasik irrigasyon işleminin etkinliği oldukça zayıf kalmaktadır (Chow, 1983).

Sonik sistemler; 2-3 kHz'lik frekansta dönme hareketi yapmaksızın hava basıncı ile çalışan özel kanal aletleri (Rispi Sonic, Shaper Sonic, Heli Sonic eğeler gibi) ile yatay yönde titreşim ve aşağı yukarı hareketlerle temizleme yapabilen aygıtlardır (Waplington ve ark., 1995). Dalga ve salınma hareketleri ile gönderilen titreşim enerjisi enstrümanlara transfer edilmektedir ve ileri geri genlik hareketi oluşturmaktadır.

Sonik aygıtların titreşim biçimleri ultrasonik aletler ile karşılaştırıldığında farklılıklar göstermektedir. Sonik eğelerin hareketi kısıtlandığında yan salınım kaybolur ve uzunlamasına salınım gelişir. Vibrasyonun bu şekilde gelişmesi sonucu yer değiştirme genliği ve direnç kısmi olarak etkilenir. Bunun sonucunda bu sistemlerin debris uzaklaştırılması işleminde etkinliği ultrasonik sistemlere göre kısmi olarak daha az olur (Walmsley ve Williams 1989). Sonik sistemlerin etkinliği hakkında farklı görüşler mevcuttur. Sonik sistemlerle elle yapılan enstrümantasyona göre daha hızlı preparasyon sağlandığı ileri sürülmektedir (Alaçam, 2012a; s.:529-586). Tronstad ve ark. (1985), sonik aletlerle birlikte EDTA ve NaOCl solüsyonunun kullanılmasının etkinliklerini değerlendirmişler ve sonik aletlerle EDTA solüsyonu kullanımının daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Dummer ve ark. (1989) ise elle ve ultrasonik sistemle yapılan preparasyona göre daha az apikal transportasyon

meydana getirdiğini ileri sürmüşlerdir. Bu görüşün aksine çekilmiş dişlerde yapılan bir çalışmada el enstrümentasyonu ve sonik sistemler arasında apikal transportasyon oluşturma yönünden herhangi bir fark bulunamamıştır (Ehrlich ve ark., 1989).

Sonik irrigasyon sistemlerinden bir tanesi olan EndoActivator (Dentsply, Tulsa, OK, ABD) sistemi; portatif bir mikromotor ve farklı boyutlarda polimer uçlardan meydana gelen bir sistemdir. Polimer yapıda olan uçlar sağlam ve esnek olması sebebi ile kolaylıkla kırılmaz. Bu uçlar aynı zamanda yumuşak bir yapıya sahip olduğu için dentini kesmezler (Gu ve ark., 2009).

EndoActivator kullanımı esnasında sıvı ile dolu olan pulpa odasının tabanında göz ile görülebilen bir debris buharı oluşturur. Vibrasyon hareketi yapan uç dikey vuruşlarla kombine ileri geri hareket ederek güçlü bir hidrodinamik olay meydana getirir (Ruddle, 2002).

Caron ve ark. (2010), EndoActivator sisteminin dentini lateral kanallarda etkili bir şekilde temizleyebildiğini, smear tabakasını uzaklaştırabildiğini ve molar dişlerin eğri kanallarında biyofilmi uzaklaştırabildiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, çalışmalarında debris ve smear tabakasını uzaklaştırma işleminde hiç aktivasyon yapılmayan gruplara göre el ile dinamik aktivasyon yapılan ve sonik aygıtlar kullanılarak yapılan aktivasyon işleminin daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Bu nedenle bizde çalışmamızda son yıkama solüsyonun etkinliğini artırmak, koronal, orta ve apikal üçlüde solüsyonun tam temasını sağlamak için EndoActivator ile sonik ajitasyon uyguladık.

Kök kanal boşluğunun üç boyutlu olarak doldurulması uzun dönem başarı için gereklidir. Kanal sistemi apikal, koronal ve lateral yönde tıkanmalıdır. Bu amaçla kök kanallarının doldurulması için pek çok farklı materyal ve teknik geliştirilmiştir (Epley ve ark., 2006).

Çalışmamızda kullandığımız EndoSequence BC Sealer patı ve ActiV GP kök kanal dolgu sistemi ile sınırlı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar genellikle sızıntı, sitotoksite, bağlanma dayanımı, antibakteriyel etki, kırılma direnci ve patların fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi ile sınırlı kalmıştır. (Monticelli ve ark., 2007b; Fransen ve ark., 2008; Tanomaru-Filho ve ark., 2008; Hashem ve ark., 2009; Karapınar-Kazandağ ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2009b; Ersahan ve Aydın 2010; Roggendorf ve ark., 2010; Flores ve ark., 2011; Karapınar-Kazandağ ve ark., 2011; McKissock ve ark., 2011; Mukhtar-Fayyad, 2011; Borges ve ark., 2012; Candiero ve ark., 2012; Ersev ve ark., 2012; Nagas ve ark., 2012; Özcan ve ark., 2012; Sağsen ve ark., 2012; Shokouhinejad ve ark., 2012; Faria-Júnior ve ark., 2013; Shokouhinejad ve ark., 2013). Çalışmamızda kullandığımız diğer bir biyoseramik esaslı bir pat olan Smartpaste bio ile ilgili yaptığımız pubmed literatür taramasında herhangi bir çalışmaya rastlamadık. Ayrıca çalışmamızda kullandığımız bu patların farklı son yıkama solüsyonlarından sonraki bağlanma dayanımı belirten bir çalışma da bulunmamaktadır. Bu nedenlerden dolayı bizde çalışmamızda bu patları kullanmayı tercih ettik.

Kanalların 3 boyutlu olarak hermetik bir şekilde doldurulması hem kök kanallarının tekrar enfekte olmalarının engellenmesi hem de periapikal dokuların sağlıklı kalması açısından önemlidir (Dultra ve ark., 2006). Kök kanal tedavisinin başarısını arttırmak için birçok farklı kök kanal dolgu tekniği geliştirilmiştir. Lateral kompaksiyon yöntemi halen en sık kullanılan yöntemlerden birisidir fakat bu yöntemle güta-perkanın homojen bir kitle oluşturmadığı ve kök kanal duvarlarına adaptasyonunun olmadığı gösterilmiştir (Gençoğlu ve ark., 1993). Eguchi ve ark. (1985), lateral kompaksiyon yöntemiyle apikalde fazla kök kanal patı ve daha az miktarda güta-perka ve dolayısıyla boşluklar oluştuğuna işaret etmiştir. Ayrıca lateral kompaksiyon yöntemi zaman alıcı olmasının yanısıra, spreader ile lateral kompaksiyon uygulaması sırasında kökte çatlak ya da kırık oluşturması açısından risklidir (Blum ve ark., 1998; Shemesh ve ark., 2010). Son yıllarda NiTi dönen ege sistemlerinin gelişmesiyle birlikte, düz ya da eğimli kanala verilen son şekile bire bir uyumlu açılı güta-perkalar geliştirilmiştir. Özellikle yuvarlak şekilde prepare edilebilen kanallarda kök kanalına uyumlu bir merkezi ana materyalin kök kanal dolgu patı ile birlikte kullanımı

önerilmektedir (Friedman ve ark., 1995). Lateral kompaksiyon ve tek kon tekniği ile doldurulan eğimli kanallarda boşluk, pat ve gütaperka oranı açısından fark olmadığı ancak tek kon tekniğinin daha hızlı olduğu gösterilmiştir (Gordon ve ark., 2005). Aynı zamanda lateral kompaksiyon ve tek kon teknikleri arasında apikal sızıntı açısından da fark bulunamamıştır (İnan ve ark., 2009; Taşdemir ve ark., 2009; Yılmaz ve ark., 2009). Nagaş ve ark. (2009), kök kanal şekline iyi adapte olan ana konlar kullanılarak kök kanal patı miktarının minime indirilebileceğini, böylece pat kontraksiyonundan ve çözünmesinden kaynaklanan boşluk oluşumunun azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda, pat miktarını minimuma indirmek ve gütaperka miktarını homojen bir şekilde arttırmak için, .06 taper açılı NiTi döner eğe sistemiyle şekillendirdiğimiz kanallar, ActiV GP kök kanal patı ve sistemin kendi .06 taper açılı gütaperkası, Smartpaste bio ve Endosequence BC Sealer kök kanal patlarında .06 taper açılı gütaperka konları kullanılarak tek kon tekniği ile doldurulmuştur.

Kanal dolgusunun kök dentinine bağlanma dayanımı, kanal dolgusunun devamlılığının sürdürebilmesi açısından önem taşımaktadır (Tagger ve ark., 2002). Çalışmamızda, kök kanalında bağlanma dayanımını ölçmek için kullanılan yöntemlerden biri olan “push-out” bağlanma dayanımı testi kullanılmıştır. Push out testi biyomedikal bir testtir ve yaklaşık olarak 40 yıldır kullanılmaktadır (Nilles ve ark., 1973). İlk olarak dental bir araştırmada, restoratif materyaller koronal dentinden alınan silindirik kavitelere yerleştirilmiş ve uygulanan teste ise “ekstürizyon testi” adı verilmiştir (Haller, 1990). O zamandan beri dental araştırmalarda uygulanan push out testi; endodontik araştırmalarda postların yapışmasının ölçülmesi ve kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımının belirlenmesi için yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Patierno ve ark., 1996; Pest ve ark., 2002). Bu yöntemin makaslama ve gerilim bağlanma dayanımı test yöntemlerine göre, klinik koşulları daha iyi taklit ettiği belirtilmiştir (Sudsangiam ve van Noort, 1999). Bölgesel farklılıkların da test edilmesine izin veren bu yöntem, çok sayıda prematür başarısızlık ile karşılaşılan diğer bağlanma testleriyle karşılaştırılmış ve sonuçta düşük bağlanma dayanımı değerlerini de ölçebilen güvenilir bir test olarak kabul görmüştür (Skidmore ve ark., 2006). Ayrıca bu yöntem geleneksel

çekme ve makaslama testine göre örneğin yapışma aralığında daha az strese neden olarak daha doğru sonuçlar elde etmemizi sağlar (Goracci ve ark., 2004; Ungor ve ark., 2006; Soares ve ark., 2008b).

Push out testinde test materyali doğrudan, kanal şekillendirilmesi önceden yapılmış ve doğal şekli verilmiş kök kanalına yerleştirilir (Sousa-Neto ve ark., 2005; Huffman ve ark., 2009; Teixeira ve ark., 2009). İtici uçlarla kuvvet yüklemesi dentin tübüllerine dik olarak uygulanarak testin standardizasyonu sağlanır (Drummond ve ark., 1996). Teknik olarak dik yönde hazırlanmış bir örnek, test prosedürü açısından önemlidir. Çünkü örneğin pozisyonu ve uygulanan kuvvetin açısı sonuçları etkilemektedir (Drummond ve ark., 1996; Castellan ve ark., 2010). Bu sorunlara önerilen çözümler hassas olarak hazırlanmış sabit çaplı kök kanallarının oluşturulması ve kök yüzeyinden uzunlamasına dilimlemeler yapılması ile sağlanabilir (Jainaen ve ark., 2007).

Push-out testini avantajları özetlenecek olursa (Pashley ve ark., 1995);

1. Kanal patının değişik tübül yerleşimine sahip düz koronal dentin yüzeyi ile değil de kanal dentin duvarlarıyla direk kontağının incelenmesini sağlar.
2. Örnekler pat ile dolu iken materyal kanal şekli ile uyum sağlar ve dentin tübüllerine penetre olur. Bu durum klinik koşullara benzer bir retansiyon sağlar.

Bu nedenlerden dolayı bizde çalışmamızda standardizasyonun ve testin doğruluğunu en yüksek noktaya taşımak için kök kanallarını .06 sabit açılı dönen NiTi eğelerle genişlettik ve itici uçla, dolgu materyali ile dentin tübüllerine dik bir açıda kuvvet uyguladık.

Push out testinde sonuçların yorumlanmasına yol açacak bir sürtünme olabileceği ve bu riskin ortadan kaldırılması için sürtünme alanının, kalın örneklerle kıyasla, daha az olacağı 1 mm kalınlığındaki örneklerin kullanılmasının gerektiği bildirilmiştir

(Skidmore ve ark., 2006; Goracci ve ark., 2007). Fakat Gesi ve ark. (2005), kesit elde etme işlemi sırasında kanal patının dentin ile bağlantısının bozulabileceğini rapor etmişlerdir. Hashem ve ark. (2009) ve Özcan ve ark. (2013), kanal dolgu sistemlerinin bağlantısının değerlendirdikleri çalışmalarında 2 mm kalınlığında örnekler kullanmışlardır. Bu nedenle bizde çalışmada erken dönemde görülebilecek bağlantı bozukluklarını önlemek için 2 mm kalınlığında örnekler kullandık.

Çalışmamızda, test sırasında kullanılan kuvvet uygulayıcı ucun kalınlığı 0,8 mm olup, kuvvetin uygulanması esnasında bu ucun sadece güta-perkaya temas etmesine dikkat edilmiştir. Kök kanalının konik formu nedeniyle kanal çaplarının apikale doğru azalması bu ucun dentine temas ederek hatalı sonuçlar alınması riskini ortaya çıkarır. Bu nedenle 40 # .06'ya kadar genişletilen kök kanalının koronal 4 mm'lik kısmında çalışılmıştır. Ayrıca kök kanalının konik formu nedeniyle kanal çaplarının apikale doğru azalması bu ucun dentine temas ederek hatalı sonuçlar alınması önüne geçmek için örnekler kuvvet apikalden koronal yönde dik olarak uygulanmıştır.

Yapılan çalışmalarda, stereomikroskopun haricinde Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Geçirmeli Elektron Mikroskobunun (TEM) örneklerin bağlantı yüzeylerini incelemek amacıyla kullanıldığı görülmektedir (Milia ve Santini, 2003; Aranha ve ark., 2007; Visintini ve ark., 2008; Hosoya ve ark., 2010; Moretto ve ark., 2010; Ramos ve ark., 2010). TEM, elektronların çok ince (80-100 nm) kesitlerden geçmesini gerektirir ve ince (5000 nm) kesitli örneklerin kullanıldığı stereomikroskoptan hem kesit kalınlığı hem de teknolojisiyle ayırt edilmektedir (Nakabayashi ve Pashley, 1998). TEM' de örnekler, elektron ışınını geçirecek tarzda ince hazırlanmaktadır. Restore edilmiş dişlerden bu kadar ince kesitler almak, minenin sertliği ve cam doldurucu partiküller içeren rezinler nedeniyle oldukça zor olmaktadır. SEM' de ise örnek hazırlamanın TEM'e göre daha kolay olduğu bilinmektedir (Chescoe ve Goodhew, 1990). SEM'in örnek şekli hacimli ve büyüktür. SEM çalışmaları adeziv diş hekimliğinde önemli bir yer tutmaktadır. SEM; adeziv sistemin, restoratif materyalin, hibrit tabakasının, rezin uzantılarının ve dentin yapısının birbirleriyle olan ilişkisini mikro seviyede değerlendirmek için kullanılmaktadır (Taylor ve Lynch, 1992). SEM verileri bağlanma kuvvetinin

belirlenmesi, kenar sızıntısının incelenmesi gibi çalışmalarda bulguların yorumlanmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca SEM’de iki yüzey arasında oluşan bağlantıda yüzeyler arasında mevcut bulunan mesafeyi ölçmek mümkündür (Chescoe ve Goodhew, 1990; Taylor ve Lynch, 1992; Nakabayashi ve Pashley, 1998; Yanez ve Barbosa, 2003). Bu nedenle bizde çalışmamızda kanal patlarının adaptasyon ve penetrasyonunu değerlendirmek için SEM analizi kullandık. Saleh ve ark. (2003), endodontik kanal patlarının adezyon özelliklerini SEM kullanarak inceledikleri bir çalışmada gütta-perka ve dentin üzerindeki kalıntıların kök kanal patına ait olup olmadığını tanımlamak için Enerji Dağılım Spektroskopisi (EDS) kullanmışlardır. Bizde çalışmamızda SEM örneklerinde izlenen penetrasyon cisimciklerinin kök kanal patı olup olmadıkları EDS kullanılarak analiz ettik ve patların penetrasyon değerlendirmelerini elde ettiğimiz bu sonuçlara dayanarak yaptık.

Dişlerin apikal bölgelerinde koronale göre smear tabakasının uzaklaştırılmasının zor olması, sklerotik dentinin fazla, tübül yoğunluğunun ise az olması, bu bölgede kök kanal dolgu patlarının tübül penetrasyonunun daha az olmasına sebep olabilir (Mjor ve ark., 2001; Weis ve ark., 2004). Aynı zamanda pek çok araştırmacı bölgesel tübül penetrasyonunu kökün koronal ve orta üçlüsünde incelemişlerdir (Şen ve ark., 1996; Çalt ve Serper, 1999; Weis ve ark., 2001). Bu nedenle çalışmamızda, patların kök kanallarına bağlanma dayanımının değerlendirildiği bölge olan, dişin koronalinden apikaline doğru 4 mm’lik alan SEM’de incelenmiştir.

Çalışmamızda son yıkama solüsyonu olarak EDTA kullanıldığında ActiV GP (Grup Ia), EndoSequence BC Sealer (Grup Ib) ve Smartpaste bio (Grup Ic) patları arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$).

Attal ve ark. (1994) ve Buzoğlu ve ark. (2007), EDTA’nın dentinin ıslanabilirliğini azaltarak dentin yüzey enerjisini düşürdüğünü belirtmişlerdir. ActiV GP, EndoSequence BC Sealer ve Smartpaste bio hidrofilik patlardır. Bu nedenle bu patların kök kanalı duvarına adezyonları EDTA kullanımından sonra benzerlik

göstermektedir. Çalışmamızda kullanılan patların her üçünün de hidrofilik olması ve EDTA'nın dentin yüzeyi üzerindeki yaptığı değişiklikten benzer şekilde etkilenmesi nedeniyle her üç pat arasına bağlanma dayanımı yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamış olabilir.

Son yıkama solüsyonu olarak MTAD kullanıldığında, ActiV GP (Grup IIa), EndoSequence BC Sealer (Grup IIb) ve Smartpaste bio (Grup IIc) patları arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$).

MTAD'nin formülünde bulunan Tween 80 deterjanı, dentin yüzey enerjisini yükselterek patların ıslanabilirliğinin artırmasını sağlar. Bu durum sonucunda hidrofilik yapıda olan kök kanal patlarının kanal duvarına adaptasyonu artar (Hassem ve ark., 2009). Kalsiyum silikat esaslı materyallerin (EndoSequence BC Sealer ve Smartpaste bio) gelişen nano teknoloji ile beraberinde 2 mikron metreden daha küçük bir yapıda üretildiği belirtilmiştir (Koch ve Brave, 2009). Bu nedenle çekilen SEM görüntülerinde kalsiyum silikat bazlı patlar olan EndoSequence BC Sealer ve Smartpaste bio küçük yapıları sayesinde dentin tübüllerine ActiV GP patına göre daha iyi penetrasyon göstermişlerdir. Ancak ActiV GP kök kanal patının difüzyon bazlı bir adezyon gösterdiği ve patın içerisinde bulunan poliketonik asit zincirlerinin dentin yüzeyine adaptasyon göstermesi sonucunda fosfat iyonlarıyla, kalsiyum iyonlarının yer değiştirmesi sonucunda semente yapıştığı bildirilmiştir. (Ngo ve ark., 1997). Bu nedenle ActiV GP kök kanal patı SEM görüntülerinde EndoSequence BC Sealer ve Smartpaste bio patlarına göre dentin tübüllerine daha az penetrasyon göstermesine rağmen, kök kanal duvarına iyi bir adaptasyon sergilemiştir. Bu sebeplerden dolayı son yıkama solüsyonu olarak MTAD kullanılmasının ardından patların benzer bağlanma dayanımı değerleri göstermiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Son yıkama solüsyonu olarak QMix uygulandığı zaman, ActiV GP (Grup IIIa), EndoSequence BC Sealer (Grup IIIb) ve Smartpaste bio (Grup IIIc) patları arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$).

QMix kök kanal dentinin ıslanabilirliğini artırmaktadır. Dentinin ıslanabilirliğinin artması QMix'in yapısında bulunan klorheksidin ve deterjan bileşimine bağlanmaktadır (Ballal ve ark., 2013). Özellikle QMix'in içerisinde bulunan klorheksidinin, dentin yüzey enerjisini artırarak kanal patlarının dentin ile kontakt açısını düşürdüğü, bu durum sonucunda ise patların ıslanabilirliği ve adaptasyonunun arttığı belirtilmiştir (de Assis ve ark., 2011; Prado ve ark., 2011). Dentin ıslanabilirliğinin artması hidrofilik patlar için önemli bir unsur olup, yapılan bir çalışmada QMix'in dentinin ıslanabilirliğini artırması sonucunda hidrofilik ve hidrofobik patların farklı kontak açıları sergilediği belirtilmiştir (Ballal ve ark., 2013). Çalışmada kullandığımız patların her üçünde hidrofilik olması ve hidrofobik özellikle bir pat kullanılmaması nedeniyle kök kanal dentinine benzer kontak açısı sergilemiş olabilirler. Bu nedenle patlar arasında bağlanma dayanımı yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamış olabilir. Ayrıca QMix ile son yıkama yapıldıktan sonra patların adaptasyonuna SEM ile incelendiğinde patların herbirinin kök dentinine benzer adaptasyon sergilediği görülmektedir.

Son yıkama solüsyonu olarak klorheksidin uygulandığı zaman ActiV GP (Grup IVa), EndoSequence BC Sealer (Grup IVb) ve Smartpaste bio (Grup IVc) patları arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede bir farklılık görülmemektedir ($p>0.05$).

Klorheksidin içerisinde sürfaktan yüzey ajanı içeren bir kimyasal solüsyondur. Bu yüzey ajanı sayesinde kendisinin ıslanabilirliğini artırarak patların kanal duvarına adaptasyonunu pozitif yönde etkilemektedir. Özellikle ActiV GP gibi cam iyonmer içerikli kök kanal patlarının, klorheksidinin bu özelliği sayesinde adezyonunun iki katına çıktığı rapor edilmiştir (Hassem ve ark., 2009). Üstelik klorheksidin, dentin yüzeyinde bulunan katyonik bileşikler artırarak polikarboksilik zincirlerinin fazlaşmasını sağlayarak, cam iyonmer içerikli kök kanal patlarının kanal duvarına adezyonunu artırmaktadır (Fardal ve Turnbull., 1986; Perdigao ve ark., 1994). Aynı şekilde EndoSequence BC Sealer ve Smartpaste bio gibi kalsiyum silikat esalı kanal patlarının hidrofilik yapıda olması ve klorheksidinin içerisinde bulunan sürfaktan ajanı sayesinde dentinin ıslanabilirliğinin artması sonucunda, son yıkama solüsyonu

olarak klorheksidinin kullanılması bu patların benzer bağlanma dayanımı göstermesinin açıklaması olabilir.

Yaptığımız çalışmada kullandığımız patların bağlanma dayanımlarına etkisi yönünden, kök kanallarına son yıkama solüsyonu olarak klorheksidin (Grup IV) uygulanması ile EDTA (Grup I) uygulanması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen klorheksidinin rakamsal olarak patların bağlanma dayanımını EDTA'ya göre arttırdığı görülmüştür.

ActiV GP, EndoSequence BC Sealer ve Smartpaste bio kanal patları kök kanal dentinine kimyasal adezyon ile adaptasyon göstermektedir (Ngo ve ark., 1997; Koch ve Brave, 2009). Hidrofilik özellikli kimyasal adezyon gösteren kök kanal patlarında dentin yüzey enerjisinin yükselmesi, bu patların adezyonunda artmasını sağlamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda kullandığımız patların kök dentinine bağlantısının artması, dentinin ıslanabilirliğine ve dentin yüzey enerjisinin yükselmesine bağlıdır (Hassem ve ark., 2009). Bu sebeplerden dolayı kullanılan son yıkama solüsyonlarının dentin yüzeyi üzerinde yaptıkları değişiklikler çalışmada kullanılan patların bağlanmasında etkili olmuştur. Dentin, düşük yüzey enerjiye sahip olan kollajen kısım ve yüksek yüzey enerjiye sahip olan karbonat-apatit kısım olmak üzere 2 ana bileşenden oluşur (Akinmade ve Nicholson, 1993). EDTA'nın dentin üzerindeki demineralizasyonu sonucunda düşük yüzey enerjiye sahip olan dentinin kollajen kısmı tam olarak yok edilemeyebilir ve ince bir tabaka şeklinde dentin yüzeyinde kalabilir. Bu tabakanın kısmende kalması sonucunda patların bağlanması negatif yönde etkilenebilir (Akinmade ve ark., 1993; Tay ve ark., 2007). Grup IV'de EDTA uygulanmasından sonra klorheksidin uygulanması, dentin yüzeyinde kalan bu kollojen yapının patların bağlanmasında oluşturabileceği olumsuz etkiyi dentin yüzey enerjisini yükselterek ve dentin ıslanabilirliğini artırarak önlemiş olabilir. Bu durumun da bizim çalışmamızda EDTA uygulanan grubun (Grup I) bağlanma dayanımının rakamsal olarak klorheksidin uygulanan gruba (Grup IV) göre daha düşük çıkmasının bir nedeni olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca kalsiyum silikat bazlı (EndoSequence BC Sealer, Smartpaste bio) patların içeriği beyaz MTA'ya benzemektedir (Zhang ve ark., 2009b). Lee ve

ark. (2007), EDTA'nın MTA'yı hidrasyona uğrattığını ve mikrosertliğini olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, hidrasyonun EDTA'nın MTA'dan kalsiyum iyonları çekerek oluştuğunu, hidrasyon yan ürünlerinin ortaya çıktığını ve buna bağlı olarak kök kanal patlarının bağlanması etkilendiğini rapor etmişlerdir. Ancak MTA'nın bağlanmasında %2'lik klorheksidin ters bir etkiye neden olmadığı gösterilmiştir (Yan ve ark., 2006). Ayrıca EDTA, klorheksidin gibi dentin yüzey enerjisini artıracak sürfaktan bir madde de içermemektedir (Tay ve ark., 2007). Sürfaktanlar (yüzey aktif bileşikler), sıvıların yüzey gerilimini düşürerek yüzeylere kolay yayılmasını (ıslatma özelliği) sağlarlar. Bu durum sonucunda ise organik maddeler yüzeye daha fazla yapışır. Çalışmamızda son yıkama solüsyonu olarak EDTA kullanıldığında klorheksidin kullanılmasına göre patların bağlanma dayanımı arasında rakamsal olarak fark çıkmasının bir başka nedeninin de bu durumdan kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Shokouhinejad ve ark. (2013), EndoSequence BC Sealer kök kanal patının bağlanma dayanımı farklı son yıkama solüsyonlarından (EDTA, EDTA + NaOCl, EDTA + CHX, EDTA + salin) sonra değerlendirmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda son yıkama solüsyonlarının EndoSequence BC Sealer'in bağlanma dayanımına etkisi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızın bulguları da bu çalışmanın sonuçlarına paralellik göstermektedir.

Prado ve ark. (2011), rezin içerikli bir pat olan AH Plus'ın bağlanma dayanımını farklı yıkama solüsyonları ile değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında kök kanalını NaOCl + EDTA + CHX ve NaOCl + EDTA kombinasyonları ile yıkamışlar ve iki farklı yıkama kombinasyonunun da AH Plus'ın kök dentinine bağlanmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar bu iki farklı yıkama protokolünün rakamsal olarak da AH Plus'ın bağlanma dayanımına bir etkisi olmadığını da saptamışlardır. Bu çalışma bizim bulgularımıza benzerlik göstermesine karşın NaOCl + EDTA + CHX ile yıkadığımız kanallarda NaOCl + EDTA ile yıkadığımız kanallara göre kullandığımız patların bağlanma dayanımı rakamsal olarak daha iyi çıkmıştır. Bu farklılık kullandığımız patların hidrofilik yapıya sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Araştırmacıların

kullandığı AH Plus hidrofobik özellikte bir paktır.

EDTA + klorheksidin (Grup IV) ile son yıkama yapılan gruptaki bağlanma dayanımı değerleri QMix (Grup III) ve MTAD (Grup II) ile son yıkama yapılan gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızda klorheksidin öncesinde smear tabakasının kaldırılması ve dentin tübül ağızlarının açılması için %17'lik EDTA 1 dakika boyunca uygulanmıştır. EDTA'nın dentin yüzeyinde 1 dakika boyunca uygulanması ile dentin tübüleri SEM görüntülerinde de görüldüğü gibi tamamen açılmıştır. EDTA'nın kuvvetli bir şelasyon ajanı olması nedeniyle smear tabakasının inorganik yapısı tamamen kaldırılmış, dentinin mekanik özellikleri ortaya çıkmış ve kimyasal bağlanmanın yanı sıra mekanik bağlanmada patlar için ön plana gelmiştir (Fisher ve ark., 2007; Morerira ve ark., 2009). Zurbriggen ve ark. (1975), EDTA'nın dentin tübülerini orijinal hacminden %3.8 daha fazla arttırdığı belirtmişlerdir. Ayrıca klorheksidin patların bağlanma dayanımına yaptığı olumlu özellikler sayesinde EDTA'nın ardından klorheksidin kullanılması çalışmamızda kullandığımız patların adezyonunu MTAD ve QMix'e göre pozitif yönde etkilemiştir. Ayrıca, MTAD ile yıkanan kök kanallarında distile suyla yapılan son yıkamada doksisisiklin partiküllerinin yeterince uzaklaştırılamaması sonucu dentin yüzeyine bu partiküllerin çökeldiği bildirilmiştir (Saldago ve ark., 2009). Çalışmamızda üretici firma önerisi doğrultusunda hareket edilmiş olup MTAD'den sonra kök kanalları distile su ile yıkanmamıştır. Bu nedenle oluşan bu çökemenin, MTAD ile yıkanan kök kanallarında klorheksidin ile yıkanan gruba kıyasla çalışmada kullanılan patların bağlanma dayanımının daha az olmasının nedeni olabileceği kanaatindeyiz. QMix ile yıkanan kök kanallarında klorheksidin ile yıkanan kök kanallarına göre çalışmamızda kullanılan patların bağlanma dayanımları istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha az çıkmıştır. Yaptığımız pubmed literatür taramasında QMix ile ilgili yeterli çalışma bulunamamıştır. Ayrıca QMix'in üretici firması, QMix'in içeriğini tam olarak açıklamamaktadır. Bu nedenle solüsyonun içerisinde klorheksidin ve EDTA bulunduğunu bilmemize rağmen miktarları konusunda bilimiz bulunmamaktadır. Grup II (QMix) ve Grup IV (EDTA+klorheksidin)'ün arasında patların bağlanma değerleri arasında ortaya çıkan

farkın Grup IV'te (EDTA+klorheksidin) hem EDTA'ya hemde klorheksidine ayrı ayrı ajitasyon yapılmasından kaynaklı olabileceğini düşünmekteyiz. Çünkü EDTA'nın oldukça düşük yüzey enerjiye sahip olduğu ancak dentin ıslanabilirliğinin ve geçirgenliğinin %17'lik EDTA kullanımından sonra %2'lik klorheksidin uygulanması ile artacağı belirtilmiş ve bu durumun sonucunda ise kök kanalına uygulanan materyallerin adezyonunun artacağı rapor edilmiştir (Tasman ve ark., 2000; Perdigao ve ark., 1994). Bununla birlikte, Hampson ve Atkinson (1964), EDTA'nın dentin permeabilitesini artırarak uygulanacak diğer medikamanlarında etkisinin artacağını savunmuşlardır. Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda kök kanalına EDTA uyguladıktan ve EDTA'nın ajitasyonundan sonra dentin permeabilitesinde artış olmuş ve artan permeabilite sonucunda ise klorheksidinin de ajite edilmesiyle klorheksidin kök dentinine daha fazla penetre olmuş, klorheksidinin kök kanal patlarının bağlanma dayanımına olan olumlu etkisi daha fazla şekilde ortaya çıkmış olabilir.

Yaptığımız çalışmada kullandığımız patların EDTA, QMix ve MTAD uygulanmasından sonra bağlanma dayanımlarının benzer olduğu bulunmuştur. Ancak EDTA'nın, QMix ve MTAD'ye göre patların bağlanma dayanımını rakamsal olarak daha fazla arttırdığı görülmüştür.

QMix ve MTAD'nin içerisinde şelasyon yapıcı bir ajan barındırması, bu ajanlar sayesinde dentin tübül ağzlarının SEM görüntülerinde de görüldüğü gibi tamamen açması ve MTAD'nin içerisinde bulunan Tween 80 ve QMix'in içerisinde olan klorheksidin ile dentin yüzeyi üzerinde yaptıkları olumlu değişiklikler sebebiyle benzer sonuçlar elde edilmiş olabilir. Ancak EDTA'nın içinde dentin yüzey enerjisi olumlu şekilde etkileyecek bir madde bulunmamasına karşın dentin tübül ağzlarını tamamen açmış ve çok küçük yapıda olan kalsiyum fosfat içerikli EndoSequence BC Sealer ve Smartpaste bio dentin tübül ağzlarına adaptasyon sağlamış olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca ActiV GP kök kanal patının cam iyonomer içerikli bir pat olması ve dentin yüzeyinde bulunan kalsiyum iyonları ile yer değiştirmesi sonucunda kimyasal adezyon ile birlikte mekanik adezyon sağlaması sonucunda bu durum oluşmuş olabilir.

Uyanık ve ark. (2009), MTAD ve EDTA gibi şelasyon ajanlarının kök kanallarında kullanılması sonucunda MTA'nın örtücülüğünü olumsuz yönde etkilediğini bildirmişler ve bu durumuda içerdikleri düşük pH değerine bağlamışlardır. Kullandığımız kalsiyum silikat esaslı materyallerin içeriği MTA'ya benzemektedir. Çalışmamızda Grup I'de EDTA'dan sonra 5 ml distile su, Grup IV'te ise EDTA'dan sonra 5 ml distile su ve 5 ml klorheksidin uygulanmıştır. Ancak firma önerisi doğrultusunda hareket edilerek Grup II'de MTAD sonrasında herhangi bir yıkama yapılmamıştır. Bu nedenle çalışmamızda kök kanalında kalan MTAD nedeniyle asidik bir ortam oluşmuş ve bu duruma bağlı olarak da MTA ile benzer içeriği sahip olan kalsiyum silikat esaslı kök kanal patlarının (EndoSequence BC Sealer ve Smartpaste bio) bağlanması azalmış olabilir. Ayrıca bazı araştırmacılar (Smith ve ark., 2007; Lee ve ark., 2007) bu tür şelasyon ajanlarının MTA'nın örtücülük yeteneğini etkilemesini ortaya çıkan hidrasyon fazına bağlamışlardır. Hidrasyon fazı asidik bir ortamda meydana gelen kimyasal bir tepkime olup ortamdaki suyun azalmasıyla sonuçlanmaktadır. Kullandığımız patların hidrofilik olması ve özellikle kalsiyum silikat esaslı patların tam olarak sertleşmesi için ortamda su bulunması gerekmektedir. Çalışmamızda MTAD uygulanan gruptaki patların bağlanma dayanımının düşük çıkmasının bir başka nedeninin MTAD kullanılmasının ardından hidrasyon fazı ortaya çıkması ve dentin tübülleri içerisindeki suyunda hidrasyon fazına katılması nedeniyle hidrofilik özellikte olan patların sertleşmesi için gerekli olan nemin azalmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Shokouhinejad ve ark. (2010), Resilon/Epiphany SE ve güta-perka/AH 26'nın %1,3'lük NaOCl'nin ardından MTAD ve %5,25'lik NaOCl'nin ardından %17'lik EDTA ile son yıkama yapılmasından sonra bağlanma dayanımlarını değerlendirmişlerdir. Resilon/Epiphany SE gruplarında iki irrigasyon protokolündeki bağlanma dayanımını benzer bulurlarken, AH 26/güta-perka gruplarında EDTA ile son yıkama yapılmasının MTAD'ye göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri verdiğini saptamışlardır. Bu çalışmanın hidrofilik bir pat olan Resilon/Epiphany SE ile olan kısmı bizim çalışmamıza paralellik göstermektedir. Bu paralellik çalışmamızda kullandığımız patların hidrofilik yapıda olmasından kaynaklanmış olabilir. Hidrofobik bir pat olan AH 26'nın bağlanma dayanımı bizim çalışmamızla örtüşmemektedir. Araştırmacılar, hidrofobik ve hidrofilik patların bağlanma değerlerindeki farklılığı EDTA'nın dentin ıslanabilirliğinin azaltmasına ve AH 26 gibi hidrofobik yapıdaki epoksi rezin esaslı patların bağlanmasını bu şekilde

arttırmasıyla açıklamışlardır. Ayrıca, Wachlarowicz ve ark. (2007) ve De-Deus ve ark.'da (2008) çalışmalarında bizim çalışmamızın sonuçlarına benzer olarak hidrofilik bir pat olan Epiphany SE'nin kök kanalının MTAD ve EDTA ile yıkanmasından sonra benzer bağlanma dayanımı sergilediğini bildirmişlerdir.

ActiV GP'nin MTAD irrigasyonundan sonra bağlanma dayanımının değerlendirildiği bir çalışmada MTAD kullanıldığında EDTA kullanımına göre ActiV GP'nin bağlanma dayanımı istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. MTAD kullanıldığında ActiV GP'nin bağlanma dayanımındaki bu yüksek değer MTAD'nin içeriğindeki yüzey aktif ajan olan Tween 80'in dentin yüzey enerjisini ve dentin ıslanabilirliğini artırmasına, dolayısıyla cam iyonomer içerikli patın adezyonu için uygun dentin yüzeyi sağlanmasına bağlanmıştır (Hashem ve ark., 2009). Çalışmamızda MTAD ve EDTA ile kök kanalının yıkanmasından sonra ActiV GP'nin kök dentinine bağlanması benzer sonuçlar vermiştir. Bu çalışmanın bulguları ile bizim çalışmamızın farklılık göstermesinin kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında kullanılan NaOCl'nin konsantrasyonundan kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamız da firma önerisi doğrultusunda MTAD'den önce kök kanallarının şekillendirilmesinde %1.3'lük NaOCl, %17'lik EDTA'dan önce ise %5.25'lik NaOCl kullanılmıştır. Hashem ve arkadaşları ise şekillendirme esnasında her iki solüsyondan önce standart olarak %2.6'lık NaOCl kullanmışlardır. Geleneksel yıkama protokolünde, smear tabakasının organik ve inorganik içeriğinin kaldırılmasında en etkili yöntem olarak %5.25'lik NaOCl ve ardından %17'lik EDTA kullanılması önerilmektedir (Yamada ve ark., 1983; Baumgartner ve Mader, 1987). Hashem ve arkadaşlarının uyguladığı yıkama protokolünde smear tabakasının organik yapısının tamamen uzaklaştırılamadığını düşünmekteyiz. Bu nedenle Hashem ve arkadaşlarının uyguladığı yıkama protokolünde EDTA'nın düşük konsantrasyonlu hipoklorit ile uygulanması sonucunda MTAD, EDTA'ya göre ActiV GP kök kanal patının bağlanma dayanımını olumlu yönde etkilemiş olabilir. Bizim çalışmamızda SEM görüntülerinde izlendiği gibi geleneksel yıkama protokolünde EndoActivator kullanılarak smear tabakasının hem organik yapısı hem de inorganik yapısı tamamen elimine edilmiştir. Bu sebepten dolayı çalışmamızda EDTA ve MTAD'de benzer sonuçlar elde edilmiş olabilir.

Kandaswamy ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada üst çene küçük azı dişlerinde son yıkama solüsyonlarının (MTAD, HEBP, %17'lik EDTA) rezin bazlı AH Plus'ın makaslama bağlanma dayanımına etkisini değerlendikleri çalışmada kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında %1.3'lük NaOCl kullanmışlar, sonuç olarak EDTA ile HEBP arasında anlamlı bir fark bulunmazken , MTAD ile son yıkaması yapılan grup diğer iki solüsyona göre anlamlı derecede düşük makaslama bağlanma dayanımı göstermiştir. Bizim çalışmamızda EDTA uygulanan grupta bağlanma dayanımı değerleri rakamsal olarak MTAD'den daha yüksek çıkmıştır ancak istatistiksel olarak fark yoktur. Bunun sebebi Kandaswamy ve ark. (2011)'nin çalışmasında hidrofobik bir pat olan AH Plus'ı kullanması olabilir.

Tay ve ark. (2006b), kök kanal preperasyonu esnasında %1,3'lük NaOCl kullanılmasının ardından, son yıkama solüsyonu olarak MTAD kullanıldığında kırmızı mor çökelti oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu reaksiyon redoks reaksiyonu olup tetrasikline bağlı olarak meydana gelmektedir. Bu mekanizma doksisisiklinin oksidasyonu nedeniyle meydana gelir. Redoks reaksiyonunda tetrasklin NaOCl' den 1 mol oksijen alıp kendi içerisine absorbe eder ve kırmızı mor renkte yan ürün ortaya çıkar. Bir başka deyişle ortaya çıkan bu kırmızı mor renkli yan ürün doksisisiklinin fotooksidasyonu sonucunda oluşmaktadır. Doksisisiklinin fotooksidasyonunda 4 alfa, 12- alfa-anhydro-4-oxo-4-dedi metilamin tetrasiklin (AODTC) oluşur ve hidroksilapatite yüksek afinite gösterir. Bu durum en ufak ışıkla birlikte dentinin rengini kırmızı mor renge dönüştürür. Dentinin ışık almadığı durumlarda bu renkleşme görülmemektedir (Tay ve ark., 2006b; Kandaswamy ve ark., 2011). Bizim çalışmamızda EDTA uygulanan gruplarda MTAD uygulanan gruplara göre bağlanma dayanımı değerleri daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni olarak da koronal bölgelerden 2 mm kalınlığında örnekler almamız, yıkama esnasında ise kök kanal dentinine ışığın teması, dolayısıyla bu bölgelerde oluşabilecek yan ürünlere bağlı olarak MTAD grubundaki patların bağlanma dayanımı değerlerinin daha düşük çıktığını düşünmekteyiz.

Dai ve ark. (2011), kök kanallarında smear tabakasının ve debrisini kaldırılması yönünden son yıkama solüsyonu olarak %5,25'lik NaOCl, %5,25'lik NaOCl + QMix

(pH=8), %5,25'lik NaOCl + QMix (pH=7,5), %5,25'lik NaOCl + distile su, %5,25'lik NaOCl + %17'lik EDTA, %1,3'lük NaOCl + BioPure MTAD uygulamışlardır. Çalışmaların sonunda MTAD , QMix ve EDTA arasında smear kaldırma yönünden fark bulamamışlardır. Benzer şekilde Elnaghy (2014), %17'lik EDTA ve QMix uygulamasının kök dentininde smear tabakası kaldırılması yönünden benzer etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da SEM görüntülerinde smear tabakasının MTAD, QMix ve %17'lik EDTA kullanımından sonra benzer şekilde kalktığı ve dentin tübüllerinin açık olduğu gözlenmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

“Son yıkama solüsyonlarının farklı içerikli kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımlarına ve dentin tübül penetrasyonlarına etkilerini” *in-vitro* koşullarda değerlendirdiğimiz bu çalışmada;

1) Bağlanma dayanımı çalışmamızın sonuçlarına göre son yıkama solüsyonlarından bağımsız olarak değerlendirildiğinde kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Ancak son yıkama solüsyonları kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımını etkilemiştir.

2) Uygulanılan son yıkama solüsyonlarına göre kök kanal patlarının bağlanma dayanımları değerlendirildiğinde Activ GP, EndoSequence BC Sealer ve Smartpaste bio kök kanal patları en yüksek bağlanma dayanımını son yıkama solüsyonu olarak Klorheksidin kullanıldığında göstermiştir.

3) Son yıkama solüsyonu olarak EDTA kullanıldığında kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımı Klorheksidine göre rakamsal olarak daha düşük çıkmış, MTAD ve QMix’e göre ise istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi bağlanma göstermiştir.

4) Son yıkama solüsyonu olarak MTAD ve QMix kullanılması arasında patların bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamış, her iki solüsyon Klorheksidin’e göre istatistiksel olarak anlamlı derecede, EDTA’ya göre ise rakamsal olarak düşük bağlanma dayanımı göstermiştir.

Kök kanallarına uygulanan son yıkama solüsyonları patların bağlanma dayanımını etkilemekte, kök kanal dolgu materyallerinin kök dentinine bağlanması ise yapılan kök kanal tedavisinin uzun dönem başarısı için önem taşımaktadır. Bu çalışmanın sınırları dahilinde kullanılan hidrofilik özellikli patların kullanımından önce dentin yüzey enerjisini düşürüp, dentinin ıslanabilirliğini artıran özellikteki son yıkama

solüsyonlarının tercih edilerek, kanal patlarının dentine bağlanmasının artırılmasını önermekteyiz. Bu çalışma in-vitro koşullarda gerçekleştirilen bir araştırma olup konuyla ilgili in-vivo koşullarda yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır. Ancak yaptığımız bu çalışmanın, gelecekte in vivo çalışmalara ışık tutacağı kanısındayız.

ÖZET

Son Yıkama Solüsyonlarının Farklı İçerikli Kök Kanal Patlarının Bağlanma Dayanımlarına ve Dentin Tübül Penetrasyonlarına Etkisi

Bu çalışmanın amacı son yıkama solüsyonlarının insan kök kanal dentinine kök kanal patlarının bağlanmasına etkisinin değerlendirilmesidir. Bu çalışmada 248 adet yeni çekilmiş insan daimi üst santral dişleri kullanıldı. Kök kanalları RaCe döner eğeleriyle şekillendirildi. Grup I'de kök kanallarını şekillendirme esnasında her ege değişiminden sonra 2 ml %5,25'lik NaOCl ile ve son yıkama solüsyonu olarak 5 ml %17'lik EDTA kullanıldı. Grup II'de kök kanallarını şekillendirme esnasında her ege değişiminden sonra 2 ml %1,3'lük NaOCl ve son yıkama solüsyonu olarak 5 ml MTAD kullanıldı. Grup III'de kök kanallarını şekillendirme esnasında her ege değişiminden sonra 2 ml %6'lık NaOCl ve son yıkama solüsyonu olarak 5 ml QMix kullanıldı. Grup IV'de ise kök kanallarını şekillendirme esnasında her ege değişiminden sonra 2 ml %1,3'lık NaOCl ve son yıkama solüsyonu olarak 5 ml %17'lik EDTA ile 5 ml %2'lik klorheksidin glukonat kullanıldı. Daha sonra ana gruplar kullanılan kök kanal patına göre 3 ayrı alt gruba (n=20) ayrıldı. Group Ia, IIa, IIIa ActiV GP kök kanal sistemi ile, Group Ib, IIb, IIIb EndoSequence BC Sealer ve tek kon güteperka ile, Group Ic, IIc, IIIC Smartpaste bio ve tek kon güteperka ile dolduruldu. Daha sonra dişler 37° C'de %100 nemli bir ortamda 1 hafta boyunca bekletildi. Dişlerin koronal üçlüsünden su soğutması altında yavaş dönen elmas disk ile 2.00 ± 0.05 mm kalınlığında olacak şekilde herbir dişten 2'er örnek elde edildi. Daha sonra elde edilen örnekler Universal Test Makinasına yerleştirildi ve örneklerin apikal bölümünden olacak şekilde kuvvet uygulandı. Elde edilen veriler, Nexygen veri analiz programı (LIYOD Instruments Ltd) kullanılarak kaydedildi. Uygulanan kuvvet değeri daha sonra Newton'dan megapaskal değerine çevrildi. SEM analizi için her bir gruptan rastgele olarak 5'er diş seçildi ve dişler uzunlamasına ayrılarak, dolgu maddesinin dentin duvarı ile adaptasyonu değerlendirildi.

Bağlanma dayanımı çalışmamızın sonuçlarına göre son yıkama solüsyonlarından bağımsız olarak değerlendirildiğinde kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Ancak son yıkama solüsyonları kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımını etkilemiştir (p>0,05).

Kullanılan son yıkama solüsyonlarına göre ActiV GP kök kanal patının bağlanma dayanımları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görülmüştür (p<0.05). Son yıkama solüsyonu olarak CHX (Grup IVa) kullanıldığı zaman, QMix (Grup IIIa) ve MTAD (Grup IIa)'ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi bir bağlanma sağlamıştır (p<0.05). Ayrıca son yıkama solüsyonu olarak QMix (Grup IIIa), MTAD (Grup IIa) ve EDTA (Grup Ia) kullanıldığında ActiV GP patının bağlanma dayanımı arasında her üç son yıkama solüsyonu için istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamıştır (p>0.05). EDTA'ya göre CHX uygulanması ActiV GP kök kanal dolgu patının bağlanma dayanımını bir miktar artırmaya karşın istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir (p>0.05). Kullanılan son yıkama solüsyonlarına göre EndoSequence BC Sealer kök kanal patının bağlanma dayanımları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görülmüştür (p<0.05). Son yıkama solüsyonu olarak CHX (Grup IVb) kullanıldığı zaman, QMix (Grup IIIb) ve MTAD (Grup IIb)'ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi bir bağlanma sağlamıştır (p<0.05). Ayrıca son yıkama solüsyonu olarak QMix (Grup IIIb), MTAD (Grup IIb) ve EDTA (Grup Ib) kullanıldığında EndoSequence BC Sealer kök kanal patının bağlanma dayanımı arasında her üç son yıkama solüsyonu için istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamıştır (p>0.05). EDTA'ya göre CHX uygulanması EndoSequence BC Sealer kök kanal dolgu patının bağlanma dayanımını bir miktar artırmaya karşın istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir (p>0.05). Kullanılan son yıkama solüsyonlarına göre Smartpaste bio kök kanal patının bağlanma dayanımları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görülmüştür (p<0.05). Son yıkama solüsyonu olarak CHX (Grup IVc) kullanıldığı zaman, QMix (Grup IIIc) ve MTAD (Grup IIc)'ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi bir bağlanma sağlamıştır (p<0.05). Ayrıca son yıkama solüsyonu olarak QMix (Grup IIIc), MTAD (Grup IIc) ve EDTA (Grup Ic) kullanıldığında Smartpaste bio kök kanal patının bağlanma dayanımı arasında her üç son yıkama solüsyonu için istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamıştır (p>0.05). EDTA'ya göre CHX uygulanması Smartpaste

bio kök kanal dolgu patının bağlanma dayanımını bir miktar artırmaya karşın istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$).

Anahtar Sözcükler: ActiV GP, Bağlanma dayanımı, EndoSequence BC Sealer, Smartpaste bio, Son yıkama solüsyonları

SUMMARY

The Effect of Final Irrigation on Different Root Canal Sealers Bond Strength to Dentin and Penetration into Dentinal Tubules

The aim of this study was to evaluate the effects of irrigating solutions on the adhesion of different root canal sealers to human root canal dentin. 248 freshly extracted permanent human maxillary central teeth were used in this study. Root canals were prepared with using RaCe rotary files. In Group I canals were irrigated with 2 mL 5% NaOCl at each change of instrument and received a final flush with 5 mL 17% EDTA, in Group II canals were irrigated with 2 mL 1,3% NaOCl at each change of instrument and received a final flush with 5 mL MTAD, in Group III canals were irrigated with 2 mL 6% NaOCl at each change of instrument and received a final flush with 5 mL QMix and in Group IV canals were irrigated with 2 mL 1,3% NaOCl at each change of instrument and received a final flush with 5 mL 17% EDTA and 5 mL 2% chlorhexidine gluconate. Next each main group was further subdivided into three subgroups (n=20) according to the root canal sealer type. Group Ia, IIa, IIIa obturated with Activ GP root canal obturation system, Group Ib, IIb, IIIb obturated with EndoSequence BC Sealer and gutta-percha using single cone technique, Group Ic, IIc, IIIc obturated with Smartpaste Bio root canal sealer and gutta-percha using single cone technique. The specimens were placed immediately at 37°C and 100% humidity for a week. Two pieces of 2.00 ± 0.05 mm thick slices from obturated root canals were prepared from the coronal third of each root using a low speed saw. The push-out force was applied in an apicocoronal direction until bond failure occurred, which was manifested by extrusion of the obturation material and a sudden drop along the load deflection. The force was recorded by using Nexygen data analysis software (Liyod Instruments Ltd). The maximum failure load was recorded in Newtons and was used to calculate the push-out bond strength in Megapascals (MPa). For SEM analysis five teeth from each group were separated longitudinally and the adaptation within the root canal filling materials and dentin walls was examined. Statistical analysis of the data showed that intra group evaluation for final irrigation solution was not statistically significant ($p>0.05$). Considering final irrigation solutions, a statistically significant difference between values of bond strength for Activ GP was observed ($p<0.05$). When CHX (Group IVa) was used as final irrigation solution, it showed statistically better root canal adaptation than QMix (Group IIIa) and MTAD (Group IIa) ($p<0.05$). Also, when QMix (Group IIIa), MTAD (Group IIb) and EDTA (Group Ia) were used as final irrigation solutions, a statistically significant difference between bond strength of Activ GP for each 3 groups was not observed ($p>0.05$). In comparison to EDTA, CHX increased the amount of the resistance for Activ GP root canal sealers although it's not statistically significant ($p>0.05$). Considering final irrigation solutions, statistically significant difference was found between bond strength values of EndoSequence BC root canal sealer ($p<0.05$). Use of CHX as final irrigation solution showed statistically better adaptation in comparison to QMix (Group IIIb) and MTAD (Group IIb) ($p<0.05$). Also, when Q Mix (Group IIIc), MTAD (Group IIc) and EDTA (Group Ic) were used as final irrigation solutions, a statistically significant difference between bond strength of Smartpaste bio for each 3 groups was not observed ($p>0.05$). In comparison to EDTA, CHX increased the amount of the resistance for Smartpaste bio root canal sealers although it's not statistically significant ($p>0.05$).

Key Words: Activ GP, Bond strength, EndoSequence BC Sealer, Final irrigation solutions, Smartpaste bio

KAYNAKLAR

- ABOU-RASS, M., PICCININO, M.V. (1982). The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **54**: 323-328.
- AHLQUIST, M., HENNINGSSON, O., HULTENBY, K., OHLIN, J. (2001). The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canals: a scanning electron microscopy study. *Int. Endod. J.*, **34**: 533-537.
- AKINMADE, A.O., NICHOLSON, J.W.(1993). Glass-ionomer cements as adhesives. *J. Mater. Sci. Mater. Med .* **4**: 95–101.
- AKTENER, B.O., CENGİZ, T., PISKIN, B. (1989). The penetration of smear material into dentinal tubules during instrumentation with surface- active reagents: a scanning electron microscopic study, *J. Endod.*, **15**: 588-590.
- ALAÇAM, T. (2012a). Kök kanallarının irrigasyonu. Endodonti, I.Baskı, Özyurt Matbaacılık, Ankara, Bölüm **15**. s.:529-586
- ALAÇAM, T. (2012b). Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan patlar. Endodonti, I.Baskı, Özyurt Matbaacılık, Ankara, Bölüm **20**. s.:769-826
- ANDRABI, S.M., KUMAR, A., KUMAR TEWARI, R., KUMAR MISHRA, S., IFTEKHAR, H. (2012). An In Vitro SEM Study on the Effectiveness of Smear Layer Removal of Four Different Irrigations. *Iran Endod. J.*, **7**:171-176.
- ARANDA-GARCIA, A.J., KUGA, M.C., VITORINO, K.R., CHÁVEZ-ANDRADE, G.M., DUARTE, M.A., BONETTI-FILHO, I., FARIA, G., SÓ, M.V. (2013). Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. *Microsc. Res. Tech.*, **76**: 533-537.
- ARANHA, A.C., DE PAULA EDUARDO, C., GUTKNECHT, N., MARQUES, M.M., RAMALHO, K.M., APEL, C. (2007). Analysis of the interfacial micromorphology of adhesive systems in cavities prepared with Er,Cr:YSGG, Er:YAG laser and bur. *Microsc. Res. Tech.*, **70**: 745-751.
- ARDILA, C.N., WU, M.K., WESSELINK, P.R. (2003). Percentage of filled canal area in mandibular molars after conventional root-canal instrumentation and after a noninstrumentation technique (NIT). *Int. Endod. J.*, **36**: 591–598.
- ARIAS-MOLIZ, M.T., BACA, P., ORDÓÑEZ-BECERRA, S., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M.P., FERRER-LUQUE, C.M. (2012). Eradication of enterococci biofilms by lactic acid alone and combined with chlorhexidine and cetrimide. *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal.*, **17**: 902-906.
- ASGARY, S., EGHBAL, M.J., PARIROKH, M., GHODDUSI, J., KHEIRIEH, S., BRINK, F. (2009). Comparison of mineral trioxide aggregate's composition with Portland cements and a new endodontic cement. *J. Endod.*, **2**: 243-250.
- ATTAL, J.P., ASMUSSEN, E., DEGRANGE, M. (1994). Effects of surface treatment on the free surface energy of dentin. *Dent. Mater.*, **10**: 259–264.
- AYAZ, F., TAĞTEKİN, D., YANIKOĞLU, F. (2011). Dentine bağlanma ve değerlendirme metodları. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. Supplement* **4**:49-56.

- BAILÓN-SÁNCHEZ, M.E., GONZÁLEZ-CASTILLO, S., GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, M.P., POYATOS-MARTINEZ, R., FERRER-LUQUE, C.M. (2011). Intraorifice sealing ability of different materials in endodontically treated teeth. *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal.*, **16**: 105-109.
- BALLAL, N.V., TWEENY, A., KHECHEN, K., PRABHU, K.N., SATYANARAYAN, TAY, F.R. (2013). Wettability of root canal sealers on intraradicular dentine treated with different irrigating solutions. *J. Dent.*, **41**: 556-560.
- BARTHEL, C.R., ZIMMER, S., WUSSOGK, R., ROULET, J.F. (2001). Long-Term bacterial leakage along obturated roots restored with temporary and adhesive fillings. *J. Endod.*, **27**: 559-562.
- BASMADJIAN-CHARLES, C.L., FARGE, P., BOURGEOIS, D.M., LEBRUN, T. (2002). Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature. *Int. Dent. J.*, **52**:81-86.
- BASRANI, B., HAAPASALO, M. (2012). Update on endodontic irrigating solutions. *Endod. Topics.*, **27**: 74-102.
- BASRANI, B.R., MANEK, S., SODHI, R.N., FILLERY, E., MANZUR, A. (2007). Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J. Endod.*, **33**: 966-969.
- BAUMGARTNER, J.C., CUENIN, P.R. (1992). Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J. Endod.*, **18**: 605-612.
- BAUMGARTNER, J.C., JOHAL, S., MARSHALL, J.G. (2007). Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/Biopure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for root canal irrigation. *J. Endod.*, **33**: 48-51.
- BAUMGARTNER, J.C., MADER, C.L. (1987). A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J. Endod.*, **13**: 147-157.
- BECKING, A.G. (1991). Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Report of three cases. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **71**: 346-348.
- BELLI, S., ZHANG, Y., PEREIRA, P.N., PASHLEY, D.H. (2001). Adhesive sealing of the pulp chamber. *J. Endod.*, **27**: 521-526.
- BELTZ, R.E., TORABINEJAD, M., POURESMAIL, M. (2003). Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *J. Endod.*, **29**: 334-337.
- BERBER VB, GOMES BBPA, SENA NT, VIANNA ME, FERRAZ CCR, ZAIA AA, SOUZA-FILHO FJ. (2006). Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *Int. Endod. J.*, **39**: 10-17.
- BEST, S.M., PORTER, A.E., THIAN, E.S. AND HUANG, J. (2008) Bioceramics: Past, present and for the future. *J. Am. Ceram. Soc.*, **28**: 1319-1327.
- BLUM, J.Y., MACHTOU, P., MICALLEF, J.P. (1998). Analysis of forces developed during obturations. Wedging effect: Part II. *J. Endod.*, **s 24**: 223-228.
- BORGES, R.P., SOUSA-NETO, M.D., VERSIANI, M.A., RACHED-JÚNIOR, F.A., DE-DEUS, G., MIRANDA, C.E., PÉCORÁ, J.D. (2012). Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int. Endod. J.*, **45**: 419-428.

- BOSCHIAN PEST, L., CAVALLI, G., BERTANĬ, P., GAGLIANĬ, M. (2002). Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent. Mater.*, **18**: 596-602.
- BOUILLAGUET, S., BERTOSSA, B., KREJCI, I., WATAHA, J.C., TAY, F.R., PASHLEY, D.H. (2007). Alternative adhesive strategies to optimize bonding to radicular dentin. *J. Endod.*, **33**: 1227-1230.
- BRÄNNSTRÖM, M. (1984). Smear layer: pathological and treatment considerations. *Oper. Dent. Suppl.*, **3**: 35-42.
- BRÄNNSTRÖM, M., JOHNSON, G. (1974). Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: a scanning electron microscopic investigation. *J. Prosthet. Dent.* **31**: 422-430.
- BYSTROM, A., HAPPONEN, R.P., SJOGREN, U., SUNDQVIST, G. (1987). Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Endod. Dent. Traumatol.*, **3**: 58-63.
- BYSTROM, A., SUNDQVIST, G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int. Endod. J.*, **18**: 35-40.
- BYSTROM, A., SUNDQVIST, G. (1981). Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand. J. Dent. Res.*, **89**: 321– 328
- BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G. (1983). Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **55**: 307-312.
- CALT, S., SERPER, A. (1999) .Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J. Endod.*, **25**: 431-433.
- CALT, S., SERPER, A. (2000). Smear layer removal by EGTA. *J. Endod.*, **26**: 459-461.
- CALT, S., SERPER, A. (2002). Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J. Endod.*, **28**: 17-19.
- CALVO PÉREZ, V, MEDINA CÁRDENAS, M.E., SÁNCHEZ PLANELL, U. (1989). The possible role of pH changes during EDTA demineralization of teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **68**: 220-222.
- CAMERON, J.A. (1983). The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *J. Endod.*, **9**: 289-292.
- CAMERON, J.A. (1987). The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J. Endod.*, **13**: 541-545.
- CAMERON, J.A. (1988). The use of ultrasound for the removal of the smear layer. The effect of sodium hypochlorite concentration; SEM study. *Aust. Dent. J.*, **33**: 193-200.
- CANDEIRO, G.T., CORREIA, F.C., DUARTE, M.A., RIBEIRO-SIQUEIRA, D.C., GAVINI, G. (2012). Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J. Endod.*, **38**: 842-845.
- CANDEIRO, G.T., MATOS, I.B., COSTA, C.F., FONTELES, C.S., VALE, M.S. (2011). A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with apple vinegar and sodium hypochlorite associated with EDTA. *J. Appl. Oral Sci.*, **19**: 639-643.

- CARD, S.J., SIGURDSSON, A., ØSTRAVIK, D., TROPE, M. (2002). The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J. Endod.*, **28**: 779–83.
- CARON, G., NHAM, K., BRONNEC, F., MACHTOU, P. (2010). Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals, *J. Endod.*, **38**: 1361–1366.
- CASTELLAN, C.S., SANTOS-FILHO, P.C., SOARES, P.V., SOARES, C.J., CARDOSO, P.E. (2010). Measuring bond strength between fiber post and root dentin: a comparison of different tests. *J. Adhes. Dent.*, **12**: 477–485.
- CAVALCANTE, L.M., PERIS, A.R., AMBROSANO, G.M., RITTER, A.V., PIMENTA, L.A. (2007). Effect of photoactivation systems and resin composites on the microleakage of esthetic restorations. *J. Contemp. Dent. Pract.*, **8**: 70–79.
- CENGIZ, T., AKTENER, B.O., PISKIN, B. (1990). Effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. *Int. Endod. J.* **23**: 163–171.
- CERGNEUX, M., CIUCCHI, B., DIETSCHI, J.M., HOLZ, J. (1987). The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *Int. Endod. J.*, **20**: 228–232.
- CHAILERTVANITKUL, P., SAUNDERS, W.P., MACKENZIE, D. (1996). The effect of smear layer on microbial coronal leakage of gutta-percha root fillings. *Int. Endod J.*, **29**: 242–248.
- CHAKRABORTY, J., BASU, D. (2005). Bioceramics—a new era. *Trans. Ind. Ceram. Soc.*, **64**: 171–192.
- CHANG, Y.C., HUANG, F.M., TAI, K.W., CHOU, M.Y. (2001). The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine on cultured human periodontal ligament cells. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **92**: 446–450.
- CHESCOE, D., GOODHEW, P. (1990). The operation of transmission and scanning electron microscopes. Royal Microscopical Society: Oxford Science Publications.
- CHEUNG, G.S., STOCK, C.J. (1993). In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *Int. Endod. J.*, **26**: 334–343.
- CHHABRA, R.S., HUFF, J.E., HASEMAN, J.K., ELWELL, M.R., PETERS, A.C. (1991). Carcinogenicity of parachloroaniline in rats and mice. *Food. Chem. Toxicol.*, **29**: 119–124.
- CHOW, T.W. (1983). Mechanical effectiveness of root canal irrigation, *J. Endod.*, **9**: 475–479
- CIVELEK, A., ERSOY, M., L'HOTELIER, E., SOYMAN, M., SAY, E.C. (2003). Polymerization shrinkage and microleakage in Class II cavities of various resin composites. *Oper. Dent.*, **28**: 635–641.
- CLARK-HOLLE, D., DRAKE, D., WALTON, R., RIVERA, E., GUTHMILLER, J.M. (2003). Bacterial penetration through canals endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *J. Dent.*, **31**: 275–281.
- CLARKSON, R., MOULE, A. (1998). Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. *Aust. Dent. J.*, **43**: 250–256.
- CLARKSON, R.M., MOULE, A.J., PODLICH, H.M. (2001). The shelf-life of sodium hypochlorite irrigating solutions. *Aust. Dent. J.*, **46**: 269–76.

- COSTA, A.T., POST, L.K., XAVIER, C.B., WEBER, J.B., GERHARDT-OLIVEIRA, M. (2008). Marginal adaptation and microleakage of five root-end filling materials: an in vitro study. *Minerva Stomatol.*, **57**: 295-300.
- COTTER, J.L., FADER, R.C., LILLEY, C., HERNDON, D.N. (1985). Chemical parameters, antimicrobial activities, and tissue toxicity of 0.1 and 0.5% sodium hypochlorite solutions. *Antimicrob. Agents. Chemother.* **28**:118-122.
- CUNNINGHAM, W.T., MARTIN, H. (1982). A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **53**:527-531.
- CURY, J.A., BRAGOTTO, C., VALDRIGHI, L. (1981). The demineralizing efficiency of EDTA solutions on dentin. I. Influence of pH. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **52**: 446-448.
- ÇALIŞKAN, M. K., PEHLİVAN, Y., SEPETÇİOĞLU, F., TÜRKÜN, M., TUNCER, S. S. (1995) Root canal morphology of human permanent teeth. In a Turkish population. *J. Endod.* **21**: 200-204.
- ÇALIŞKAN, M.K. (2006). Endodontik materyallerin biyouyumluluğu ve kök kanallarının irrigasyonu. In: *Endodontide tanı ve tedaviler*, 1. Baskı. İstanbul: Nobel Yayıncılık, Bölüm **11**. s.: 315-350.
- ÇALT-TARHAN, S., UZUNOĞLU, E. (2010). Kök kanal dolgu maddeleri. *Türkiye Klinikleri J. Dental Sci.*, **3**: 1-15.
- ÇELİK, E.U., YAPAR, A.G., ATEŞ, M., ŞEN, B.H. (2006). Bacterial microleakage of barrier materials in obturated root canals. *J. Endod.*, **32**: 1074-1076.
- ÇIRAK, Ç., ÖZKORUCUKLU, S. (2005). *Taramalı tünelleme elektron mikroskop yapımı ve temel bilimlere uygulamaları*. Süleyman Demirel Üni. Fen Bil. Ens., Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.:3-4.
- ÇOBANKARA, F.K., ADANIR, N., BELLİ, S., PASHLEY, D.H. (2002). A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *Int. Endod. J.*, **35**: 979-984.
- ÇOBANKARA, F.K., ADANIR, N., BELLİ, S. (2004). Evaluation of the influence of smear layer on the apical and coronal sealing ability of two sealers. *J. Endod.*, **30**: 406-409
- DAI, L., KHECHEN, K., KHAN, S., GILLEN, B., LOUSHINE, B.A., WIMMER, C.E., GUTMANN, J.L., PASHLEY, D., TAY, F.R. (2011). The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *J. Endod.*, **37**: 80-84.
- DANG, D.A., WALTON, R.E. (1989). Vertical root fracture and root distortion: effect of spreader design. *J. Endod.*, **15**: 294-301.
- DAVIDSON, C.L., VAN ZEGHBROECK, L., FEILZER, A.J. (1991). Destructive stresses in adhesive luting cements. *J. Dent. Res.*, **70**: 880-882.
- DAVIS, J.M., MAKI, J., BAHCALL, J.K. (2007). An in vitro comparison of the antimicrobial effects of various endodontic medicaments on *Enterococcus faecalis*. *J. Endod.*, **33**: 567-569
- DE ASSIS, D.F., PRADO, M.D., SÍMÃO, R.A. (2011). Evaluation of the interaction between endodontic sealers and dentin treated with different irrigant solutions. *J. Endod.*, **37**: 1550-1552.

- DE BRUYNE, M.A., DE MOOR, R.J. (2004). The use of glass ionomer cements in both conventional and surgical endodontics. *Int. Endod. J.*, **37**: 91–104.
- DE GEE, A.J., WU, M.K., WESSELINK, P.R. (1994). 6 Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. *Int. Endod. J.*, **27**: 239-244.
- DE-DEUS, G., DI GIORGI, K., FIDEL, S., FIDEL, R.A., PACIORNIK, S. (2009). Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany self-etch to root dentin. *J. Endod.*, **35**: 1048-1050.
- DE-DEUS, G., NAMEN, F., GALAN, J., ZEHNDER, M. (2008). Soft chelating irrigation protocol optimizes bonding quality of resilon/epiphany root fillings. *J. Endod.*, **34**: 703-707.
- DE-DEUS, G., REIS, C., FIDEL, S., FIDEL, R., PACIORNIK, S. (2007). Dentin demineralization when subjected to Biopure MTAD: a longitudinal and quantitative assessment. *J. Endod.*, **33**: 1364-1368.
- DELANY, G.M., PATTERSON, S.S., MILLER, C.H., NEWTON, C.W. (1982). The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **53**: 518-523.
- DELIVANIS, P.D., MATTISON, G.D., MENDEL, R.W. (1983). The survivability of F43 strain of *Streptococcus sanguis* in root canals filled with gutta percha and Procosol cement. *J. Endod.*, **9**: 407-410.
- DEMARCO, F.F., RAMOS, O.L., MOTA, C.S., FORMOLO, E., JUSTINO, L.M. (2001). Influence of different restorative techniques on microleakage in Class II cavities with gingival wall in cementum. *Oper. Dent.*, **26**: 253-259.
- DEMİRYÜREK, E.O., KULUNK, S., YÜKSEL, G., SARAÇ, D., BULUCU, B. (2010). Effects of three canal sealers on bond strength of a fiber post. *J. Endod.*, **36**: 497-501.
- DICKENS, S.H., MILOS, M.F. (2002). Relationship of dentin shear bond strengths to different laboratory test designs. *Am. J. Dent.*, **15**: 185-192.
- DOGAN BUZOGLU, H., CALT, S., GÜMÜSDERELİOĞLU, M. (2007). Evaluation of the surface free energy on root canal dentine walls treated with chelating agents and NaOCl. *Int. Endod. J.*, **40**: 18-24.
- DOGAN, H., OALT, S. (2001). Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J. Endod.*, **27**: 578–580.
- DONADIO, M., JIANG, J., HE, J., WANG, Y.H., SAFAVI, K.E., ZHU, Q. (2009). Cytotoxicity evaluation of Activ GP and Resilon sealers in vitro. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **107**: 74-78.
- DONNELLY, A., SWORD, J., NISHITANI, Y., YOSHIYAMA, M., AGEE, K., TAY, F.R., PASHLEY, D.H. (2007). Water sorption and solubility of methacrylate resin-based root canal sealers. *J. Endod.*, **33**: 990-994.
- DRAKE, D.R., WIEMANN, A.H., RIVERA, E.M., WALTON, R.E. (1994). Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *J. Endod.*, **20**: 78-82.
- DRUMMOND, J.L., SAKAGUCHI, R.L., RACEAN, D.C., WOZNY, J., STEINBERG, A.D. (1996). Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *J. Biomed. Mater. Res.*, **32**: 533-541.

- DUBOK VA. (2000). Bioceramics—yesterday, today, tomorrow. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics.*, **39**:381-394.
- DULTRA, F., BARROSO, J.M., CARRASCO, L.D., CAPELLI, A., GUERÍSOLI, D.M., PECORA, J.D. (2006). Evaluation of apical microleakage of teeth sealed with four different root canal sealers. *J. Appl. Oral. Sci.*, **14**: 341-345.
- DUMMER, P.M., ALODEH, M.H., DOLLER, R. (1989). Shaping of simulated root canals in resin blocks using files activated by a sonic handpiece. *Int. Endod. J.*, **22**: 211-215.
- DUNAVANT, T.R., REGAN, J.D., GLICKMAN, G.N., SOLOMON, E.S., HONEYMAN, A.L. (2006). Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J. Endod.*, **32**: 527-531.
- EGUCHI, D.S., PETERS, D.D., HOLLINGER, J.O., LORTON, L. (1985). A comparison of the area of the canal space occupied by gutta-percha following four gutta-percha obturation techniques using Procosol sealer. *J. Endod.*, **11**: 166-175.
- EHRlich, A.D., BOYER, T.J., HICKS, M.L., PELLEU, G.B. JR. (1989). Effects of sonic instrumentation on the apical preparation of curved canals. *J. Endod.*, **15**: 200-203.
- EICK, J.D., WILKO, R.A., ANDERSON, C.H., SORENSEN, S.E. (1970). Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J. Dent. Res.*, **49**:1359-1368.
- EICK, J.D., GWINNETT, A.J., PASHLEY, D.H., ROBINSON, S.J. (1997). Current concepts on adhesion to dentin. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.*, **8**: 306-335.
- ELAYOUTI, A., CHU, A.L., KIMIONIS, I., KLEIN, C., WIEGER, R., LOST, C. (2008). Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *Int. Endod. J.*, **41**: 1088-1092.
- ELIOT C, HATTON JF, STEWART GP, HILDEBOLT CF, JANE GILLESPIE M, GUTMANN JL. (2013). The effect of the irrigant QMix on removal of canal wall smear layer: an ex vivo study. *Odontology*. online ISSN:1618-1255
- ELNAGHY, A.M. (2014). Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine. *Int. Endod. J.*, **47**: 280-289.
- EPLEY, S.R., FLEISCHMAN, J., HARTWELL, G., CICALESE, C. (2006). Completeness of root canal obturations: Epiphany techniques versus gutta-percha techniques. *J. Endod.*, **32**: 541-544
- ERDEMIR A, ARI H, GÜNGÜNES H, BELLI S. (2004). Effect of medicaments for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J. Endod.*, **30**:113-116.
- ERICKSON, R.L. (1992). Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper. Dent.*, **5**: 81-94.
- ERSAHAN, S., AYDIN, C. (2010). Dislocation resistance of iRoot SP, a calcium silicate-based sealer, from radicular dentine. *J. Endod.*, **36**: 2000-2002.
- ERSEV H, YILMAZ B, DINÇOL ME, DAĞLAROĞLU R. (2012). The efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment instrumentation to remove single gutta-percha cones cemented with several endodontic sealers. *Int. Endod. J.*, **45**:756-762.
- ESTRELA, C., RIBEIRO, R.G., ESTRELA, C.R., PÉCOR, J.D., SOUSA-NETO, M.D. (2003). Antimicrobial effect of 2% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine tested by different methods. *Braz. Dent J.*, **14**: 58-62.

- EVANOV, C., LIEWEHR, F., BUXTON, T.B., JOYCE, A.P. (2004). Antibacterial efficacy of calcium hydroxide and chlorhexidine gluconate irrigants at 37 degrees C and 46 degrees C. *J. Endod.*, **30**: 653-657.
- FARDAL, O., TURNBULL, R.S. (1986). A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *J. Am. Dent. Assoc.*, **112**: 863- 869.
- FARIA-JÚNIOR, N.B., TANOMARU-FILHO, M., BERBERT, F.L., GUERREIRO-TANOMARU, J.M. (2013). Antibiofilm activity, pH and solubility of endodontic sealers. *Int. Endod. J.*, **46**: 755-762.
- FARINIUK, L.F., BARATTO-FILHO, F., DA CRUZ-FILHO A.M., DE SOUSA-NETO, M.D. (2003). Histologic analysis of the cleaning capacity of mechanical endodontic instruments activated by the ENDOflash system. *J. Endod.*, **29**: 651–653.
- FATHI, B., BAHCALL, J., MAKI, J.S. (2007). An in vitro comparison of bacterial leakage of three common restorative materials used as an intracoronal barrier. *J. Endod.*, **33**: 872-874.
- FEILZER, A.J., DE GEE, A.J., DAVIDSON C.L. (1988). Curing contraction of composites and glass ionomer cements. *J. Prosthet. Dent.*, **59**: 297-300.
- FERGUSON, D.B., MARLEY, J.T., HARTWELL, G.R. (2003). The effect of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: long-term result. *J. Endod.*, **29**: 91-94.
- FERRAZ, C.C., GOMES, B.P., ZAIA, A.A., TEIXEIRA, F.B., SOUZA-FILHO, F.J. (2007). Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and sodium hypochlorite as endodontic irrigants. *Braz. Dent. J.*, **18**: 294-8.
- FERREIRA, R.B., ALFREDO, E., PORTO DE ARRUDA, M., SILVA SOUSA, Y.T., SOUSA-NETO, M.D. (2004). Histological analysis of the cleaning capacity of nickel-titanium rotary instrumentation with ultrasonic irrigation in root canals. *Aust. Endod. J.*, **30** :56–8.
- FERRETTI, G.A., BROWN, A.T., RAYBOULD, T.P., LILLICH, T.T. (1990). Oral antimicrobial agents--chlorhexidine. *NCI. Monogr.*, **9**: 51-55.
- FIDALGO, T.K., BARCELOS, R., PORTELA, M.B., SOARES, R.M., GLEISER, R., SILVA-FILHO, F.C. (2010). Inhibitory activity of root canal irrigants against *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*. *Braz. Oral Res.*, **24**: 406-412.
- FISHER, M., BERZINS, A., BAHCALL, J.K. (2007). An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push- out test design. *J. Endod.*, **33**: 856-858
- FLORES, D.S., RACHED, F.J. J.R., VERSIANI, M.A., GUEDES, D.F., SOUSA-NETO, M.D., PÉCORA, J.D. (2011). Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int. Endod. J.*, **44**: 126-135.
- FOSTER, K.H., KULILD, J.C., WELLER, R.N. (1993). Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. *J. Endod.*, **19**: 136-140.
- FOULKES, D.M. (1973). Some toxicological observations on chlorhexidine. *J. Periodontal Res. Suppl.*, **12**: 55-60
- FRAIS, S., NGUYEN, Y.L., GULABIVALA, K. (2001). Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int. Endod. J.* **34**: 206-215.

- FRANSEN, J.N., HE, J., GLICKMAN, G.N., RIOS, A., SHULMAN, J.D., HONEYMAN, A. (2008). Comparative assessment of ActiV GP/glass ionomer sealer, Resilon/Epiphany, and gutta-percha/AH plus obturation: a bacterial leakage study. *J. Endod.*, **34**: 725-727.
- FRIEDMAN, S., LOST, C., ZARRABIAN, M., TROPE, M. (1995). Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *J. Endod.*, **21**: 384-390.
- GALVAN, D.A., CIARLONE, A.E., PASHLEY, D.H., KULILD, J.C., PRIMACK, P.D., SIMPSON, M.D. (1994). Effect of smear layer removal on the diffusion permeability of human roots. *J. Endod.*, **20**: 83-86.
- GALVAN, R.R. J.R., WEST, L.A., LIEWEHR, F.R., PASHLEY, D.H. (2002). Coronal microleakage of five materials used to create an intracoronary seal in endodontically treated teeth. *J. Endod.*, **28**: 59-61.
- GENCOGLU, N., SAMANI, S., GUNDAY, M. (1993). Dentinal wall adaptation of thermoplasticized gutta-percha in the absence or presence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *J. Endod.*, **19**: 558-562.
- GEORGE, S., HAMBLIN, M.R., KISHEN, A. (2009). Uptake pathways of anionic and cationic photosensitizers into bacteria. *Photochem Photobiol Sci.*, **8**: 788-795.
- GEORGE, S., KISHEN, A., SONG, K.P. (2005). The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. *J. Endod.*, **31**: 867-872.
- GESI, A., RAFFAELLI, O., GORACCI, C., PASHLEY, D.H., TAY, F.R., FERRARI, M. (2005). Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J. Endod.*, **31**: 809-813.
- GHODDUSI, J., ROHANI, A., RASHED, T., GHAZIANI, P., AKBARI, M. (2007). An evaluation of microbial leakage after using MTAD as a final irrigation. *J. Endod.*, **33**: 173-176.
- GHONEIM, A.G., LUTFY, R.A., SABET, N.E., FAYYAD, D.M. (2011). Resistance to fracture of roots obturated with novel canal-filling systems. *J. Endod.*, **37**: 1590-1592.
- GIARDINO, L., AMBU, E., BECCE, C., RIMONDINI, L., MORRA, M. (2006). Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J. Endod.*, **32**: 1091-1093.
- GIARDINO, L., AMBU, E., SAVOLDI, E., RIMONDINI, R., CASSANELLI, C., DEBBIA, E.A. (2007). Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J. Endod.*, **33**: 852-855.
- GIBBY, S.G., WONG, Y., KULILD, J.C., WILLIAMS, K.B., YAO, X., WALKER, M.P. (2011). Novel methodology to evaluate the effect of residual moisture on epoxy resin sealer/dentine interface: a pilot study. *Int. Endod. J.*, **44**: 236-44.
- GILBOE, D.B., SVARE, C.W., THAYER, K.E., DRENNON, D.G. (1980). Dentinal smearing: an investigation of the phenomenon. *J. Prosthet. Dent.*, **44**: 310-316.
- GLOSSEN, C., HALLER, R., DOVE, S., DEL RIO, C. (1995). A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-flex endodontic instruments. *J. Endod.*, **21**: 146-151.
- GOLDBERG, F., ABRAMOVICH, A. (1977). A Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *J. Endod.*, **3**: 101-105.

- GOLDMAN, L.B., GOLDMAN, M., KRONMAN, J.H., LIN, P.S. (1981). The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **52**:197-204.
- GOLDMAN, M., GOLDMAN, L.B., CAVALERI, R., BOGIS, J., LIN, P.S. (1982). The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J.Endod.*, **8**: 487-492.
- GOLDSMITH, M., GULABIVALA, K.,KNOWLES, J.C. (2002). The effect of sodium hypochlorite irrigant concentration on tooth surface strain. *J. Endod.*, **28**: 575-579.
- GOMES, B.P., FERRAZ, C.C., VIANNA, M.E., BERBER, V.B., TEIXEIRA, F.B.,SOUZA- FILHO, F.J. (2001). In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int. Endod. J.* **34**: 424-442
- GOMES, B.P., MARTINHO, F.C., VIANNA ME. (2009). Comparison of 2.5% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine gel on oral bacterial lipopolysaccharide reduction from primarily infected root canals. *J. Endod.*, **35**:1350–1353.
- GOPIKRISHNA, V., VENKATESHBABU, N., KRITHIKADATTA, J., KANDASWAMY, D.(2011). Evaluation of the effect of MTAD in comparison with EDTA when employed as the final rinse on the shear bond strength of three endodontic sealers to dentine. *Aust. Endod. J.*,**37**: 12-17.
- GORACCI, C., GRANDINI, S., BOSSU, M., BERTELLI, E., FERRARI, M. (2007). Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J. Dent.*, **35**:827-35.
- GORACCI, C., TAVARES, A.U., FABIANELLI, A., MONTICELLI, F., RAFFAELLI, O., CARDOSO, P.C., TAY, F., FERRARI, M. (2004). The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur. J. Oral Sci.*,**112**: 353-361.
- GORDON, M.P., LOVE, R.M., CHANDLER, N.P. (2005). An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. *Int. Endod. J.*, **38**: 87-96.
- GRAWEHR, M., SENER, B., WALTIMO, T., ZEHNDER, M. (2003). Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int. Endod.J.*, **36**: 411-417.
- GREENSTEIN, G., BERMAN, C., JAFFIN, R. (1986). Chlorhexidine. An adjunct to periodontal therapy. *J. Periodontol.*, **57**: 370-377.
- GROSSMAN LI. (1958). An improved root canal cement. *The Journal of the American Dental Association*, **56**(3):381-385.
- GROSSMAN, L.I. (1988). Endodontic Practice. Philadelphia: Lea and Febiger. p.: 242-270
- GU, L.S., KIM, J.R., LING, J., CHOI, K.K., PASHLEY, D.H., TAY, F.R. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J. Endod.*, **35**: 791-804.
- GUTARTS, R., NUSSTEIN, J., READER, A., BECK, M. (2005). Invivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J. Endod.* , **31**:166–70.
- GUTIERREZ, J.H., GARCIA, J. (1968). Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **25**:108–116.

- GUTMANN, J.L. (1993). Adaptation of injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of the dentinal smear layer. *Int. Endod. J.*, **26**: 87-92.
- GUTMANN, J.L., WITHERSPOON, D.E. (2002). Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: *Pathways of the Pulp* 8th Edition, Ed.: S. Cohen, R. C. Burns. St Luis: The C.V. Mosby Co. p.: 293-364
- GÜVEN, E.P., TAŞLI, P.N., YALVAC, M.E., SOFIEV, N., KAYAHAN, M.B., SAHIN, F. (2013). In vitro comparison of induction capacity and biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and a bioceramic root canal sealer. *Int. Endod. J.*, **46**: 1173-1182.
- HAAPASALO, M., ORSTAVIK, D. (1987). In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J. Dent.Res.*, **66**:1375-1379.
- HAAPASALO, M., SHEN, Y., QIAN, W., GAO, Y. (2010). Irrigation in endodontics. *Dent. Clin. North. Am.*, **54**:291-312.
- HAAPASALO, M., ENDAL, U., ZANDI, H., COIL, J.M. (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodon. Topics.*, **10**: 77-102.
- HAGA, C.S. (1968). Microscopic measurements of root canal preparations following instrumentation. *J. Br. Endod. Soc.*, **2**:41-46.
- HALLER, B. (1990). An extrusion test for determination of bond strength to dentin. *J. Dent. Res.*, **70**:2070.
- HAMPSON, E.L., ATKINSON, A.M. (1964). The relation between drugs used in root canal therapy and the permeability of the dentine. *Br. Dent. J.* **116**:546
- HASHEM, A.A., GHONEIM, A.G., LUTFY, R.A., FOUADA, M.Y. (2009). The effect of different irrigating solutions on bond strength of two root canal-filling systems. *J. Endod.*, **35**: 537-540.
- HASSELGREN, G., OLSSON, B., CVEK, M. (1988). Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J. Endod.* **14**: 125-127.
- HELING, I., CHANDLER, N.P. (1998). Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int. Endod. J.*, **31**: 8-14.
- HENCH LL. (1991). Bioceramics: from concept to clinic. *J. Am. Ceram. Soc.*, **74**: 1487-1510.
- HESS, D., SOLOMON, E., SPEARS, R., HE, J. (2011). Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *J. Endod.*, **37**: 1547-1549.
- HIMEL, V.T., McSPADDEN, J.T., GOODIS, H.E. (2006). Instruments, materials and devices. In: *Pathways of the Pulp*, 9nd Ed., Ed.: Cohen, S., Hargreaves, M.K., St Louis: Mosby, p.: 263-290
- HOSOYA, Y., TAY, F.R., ONO, T., MIYAZAKI, M. (2010). Hardness, elasticity and ultrastructure of primary tooth dentin bonded with a self-reinforcing one-step self-etch adhesive. *J Dent.*, **38**: 214-221.
- HOSOYA. N., NOMURA, M., YOSHIKUBO, A., ARAI, T., NAKAMURA, J., COX, C.F. (2000). Effect of canal drying methods on the apical seal. *J. Endod.*, **26**: 292-294.
- HSIEH, Y.D., GAU, C.H., KUNG WU, S.F., SHEN, E.C., HSU, P.W., FU, E. (2007). Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int. Endod. J.*, **40**: 11-17.

- HUFFMAN, B.P., MAI, S., PINNA, L., WELLER, R.N., PRIMUS, C.M., GUTMANN, J.L., PASHLEY, D.H., TAY, F.R. (2009). Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. *Int. Endod. J.*, **42**: 34-46.
- HULSMANN, M., HAHN, W. (2000). Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *Int. Endod. J.*, **33**: 186-93.
- HULSMANN, M., HECKENDORFF, M. VE LENNON, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int. Endod. J.*, **36**: 810-830.
- HULSMANN, M., HECKENDORFF, M., SCHAFERS, F. (2002). Comparative in- vitro evaluation of three chelator pastes. *Int. Endod. J.*, **35**: 668-679.
- HULSMANN, M., RÖDIG, T., NORDMEYER, S. (2007). Complications during Root Canal Irrigation. *Endod. Topics.*, **16**: 27-63.
- INAN, U., AYDİN, C., TUNCA, Y.M., BASAK, F. (2009). In vitro evaluation of matched-taper single-cone obturation with a fluid filtration method. *J. Can. Den. Assoc.*, **75**:123.
- INGLE, J. I., LUEBKE, R. G., ZIDELL, J. D., WALTON, R.E., TAINTOR, J. F. (1985). Obturation of the Radicular Space. In: Endodontics, 3 nd Ed. Ingle, f., Taintor, J. F.. Philadelphia: Lee&Febiger, p.: 223-307.
- INGLE, J.I., BAKLAND, L.K. (2002). Endodontics. 5th edition, DC. Becker Inc, p; 51-668.
- ISHLEY, D.J., ELDEEB, M.E. (1983). An in vitro assessment of the quality of apical seal of thermomechanically obturated canals with and without sealer. *J. Endod.*, **9**: 242-245.
- JAINAEN, A., PALAMARA, J.E.A., MESSER, H.H. (2007). Push-out bond strengths of the dentine-sealer interface with and without a main cone. *Int. Endod. J.*, **40**: 882–890.
- JOHN, A.D., WEBB, T.D., IMAMURA, G., GOODELL, G.G. (2008). Fluid flow evaluation of Fuji Triage and gray and white ProRoot mineral trioxide aggregate intraorifice barriers. *J. Endod.*, **34**: 830-832.
- JOHNSON, M.E., STEWART, G.P., NIELSEN, C.J., HATTON, J.F. (2000). Evaluation of root reinforcement of endodontically treated teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radio. Endod.*, **90**: 360-364.
- KAMBERİ, B., BAJRAMI, D., STAVİLECI, M., OMERAGİQ, S., DRAGİDELLA, F., KOÇANI, F. (2012). The Antibacterial Efficacy of Biopure MTAD in Root Canal Contaminated with Enterococcus faecalis. *ISRN Dent.*,390526.
- KAMBURIS, J.J., BARKER, T.H., BARFIELD, R.D. VE ELEAZER, P.D. (2003). Removal of organic debris from bovine dentin shavings. *J. Endod.*, **29**: 559-561.
- KANDASWAMY, D., VENKATESHBABU, N. (2010). Root canal irrigants. *J. Conserv. Dent.*, **13**: 256-264.
- KANDASWAMY, D., VENKATESHBABU, N., ARATHI, G., ROOHI, R., ANAND, S. (2011). Effects of various final irrigants on the shear bond strength of resin-based sealer to dentin. *J. Conserv. Dent.*, **14**: 40-42.
- KARAPINAR KAZANDAĞ, M., SUNAY, H., TANALP, J., BAYIRLI, G. (2009). Fracture resistance of roots using different canal filling systems. *Int. Endod. J.*, **42**: 705-710.

- KARAPINAR-KAZANDAĞ, M., BAYRAK, O.F., YALVAÇ, M.E., ERSEV, H., TANALP, J., SAHIN, F., BAYIRLI, G. (2011). Cytotoxicity of 5 endodontic sealers on L929 cell line and human dental pulp cells. *Int. Endod J.*, **44**: 626-634.
- KARAPINAR-KAZANDAĞ, M., TANALP, J., BAYRAK, O.F., SUNAY, H., BAYIRLI, G. (2010). Microleakage of various root filling systems by glucose filtration analysis. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* (6):96-102.
- KAWASAKI, K., RUBEN, J., STOKROOS, I., TAKAGI, O., ARENDS, J. (1999). The remineralization of EDTA-treated human dentine. *Caries Research*, **33**: 275-280.
- KHADEMI, A.A., MOHAMMADI, Z., HAVAEI, A. (2006). Evaluation of the antibacterial substantivity of several intra-canal agents. *Aust Endod. J.*, **32**: 112-115.
- KHO, P., BAUMGARTNER, J.C. (2006). A Comparison of the antimicrobial efficacy of NaOCl/Biopure MTAD versus NaOCl/EDTA against *Enterococcus faecalis*. *J. Endod.*, **32**: 652-655.
- KOCH, K., BRAVE, D. (2005). Endodontic synchronicity. *Compend. Contin. Educ. Dent.*, **26**: 218-224.
- KOCH, K., BRAVE, D. (2009). A New day has dawned. The increased use of Bioceramics in Endodontics. *www. dentaltown.com*. p.:39.
- KOCH, K., BRAVE, D. (2012) . A review of bioceramic technology in endodontics .*Roots* 2012 **4**: 6-12.
- KOCH, K., BRAVE, D., NASSEH, A. (2010). Bioceramic technology: closing the endo-restorative circle, part 1. *Dent. Today.*, **29**:100-105.
- KONTAKIOTIS, E.G., WU, M.K., WESSELINK, P.R. (1997). Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow up study. *Int. Endod. J.*, **30**: 307-312
- KRAUSE, T.A., LIEWEHR, F.R., HAHN, C.L. (2007). The antimicrobial effect of MTAD, sodium hypochlorite, doxycycline, and citric acid on *Enterococcus faecalis*. *J. Endod.*, **33**: 28-30.
- KURUVILLA, J.R., KAMATH, M.P. (1998). Antimicrobial activity of 2.5 % sodium hypochlorite and 0.2 % chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *J. Endod.*, **24**: 472-476, 1998.
- LAWSON, M.S., LOUSHINE, B., MAI, S., WELLER, R.N., PASHLEY, D.H., TAY, F.R., LOUSHINE, R.J. (2008). Resistance of a 4-META-containing, methacrylate-based sealer to dislocation in root canals. *J. Endod.*, **34**: 833-837.
- LEE, Y.L., LIN, F.H., WANG, W.H., RITCHIE, H.H., LAN, W.H., LIN, C.P. (2007). Effects of EDTA on the hydration mechanism of mineral trioxide aggregate. *J. Dent. Res.*, **86**: 534-538.
- LEONARDO, M.R., TANOMARU FILHO, M., SILVA, L.A., NELSON FILHO, P., BONIFÁCIO, K.C., ITO, I.Y. (1999). In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J. Endod.*, **25**:167-171.
- LESTER, K.S., BOYDE, A. (1977). Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *Br. Dent. J.*, **143**: 359-367.
- LOUNIS, N., GEVERS, T., VAN DEN BERG, J., VERHAEGHE, T., VAN HEESWIJK, R., ANDRIES, K. (2008). Prevention of drug carryover effects in studies assessing antimicrobial efficacy of TMC207. *J. Clin. Microbiol.*, **46**: 2212-2215.

- LOUSHINE BA, BRYAN TE, LOONEY SW, GILLEN BM, LOUSHINE RJ, WELLER RN, PASHLEY DH, TAY FR. (2011). Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J. Endod.*, **37**: 673-677.
- MA, J., WANG, Z., SHEN, Y., HAAPASALO. M. (2011). A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. *J Endod.*, **37**:1380-1385
- MADER, C.L., BAUMGARTNER, J.C., PETERS, D.D. (1984). Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J. Endod.*, **10**: 477-478.
- MADISON, S., SWANSON, K., CHILES, S.A. (1987). An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. *J. Endod.*, **13**:109-112.
- MAI, S., KIM, Y.K., AROLA, D., GU, L.S., KIM, J.R., PASHLEY, D.H., TAY, F.R. (2010). Differential aggressiveness of ethylenediamine tetraacetic acid in causing canal wall erosion in the presence of sodium hypochlorite. *J. Dent.*, **38**: 201-206.
- MANCINI, M., ARMELLIN, E., CASAGLIA, A., CERRONI, L., CIANCONI, L. (2009). A comparative study of smear layer removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: a scanning electron microscopy evaluation. *J. Endod.*, **35**: 900-903.
- MANZUR, A., GONZÁLEZ, A.M., POZOS, A., SILVA-HERZOG, D., FRIEDMAN, S. (2007). Bacterial quantification in teeth with apical periodontitis related to instrumentation and different intracanal medications: a randomized clinical trial. *J. Endod.*, **33**: 114-118.
- MASON, P.N., FERRARI, M., CAGIDIACO, M.C., DAVIDSON, C.L. (1996). Shear bond strength of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitro. *J. Dent.*, **24**: 217-222.
- MCCOMB, D., SMITH, D.C. (1975). A preliminary scanning electron microscopy study of root canals after endodontic procedures. *J. Endod.*, **1**: 238-242.
- MCDONNELL, G., RUSSELL, A.D. (1999). Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin. Microbiol. Rev.*, **12**: 147-179.
- MCKISSOCK, A.J., MINES, P., SWEET, M.B., KLYN, S.L. (2011). Ten-month in vitro leakage study of a single-cone obturation system. *US. Army. Med. Dep. J.*, Jan-Mar:42-7.
- MERYON, S.D., BROOK, A.M. (1990). Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *Int. Endod. J.*, **23**: 196-202.
- MERYON, S.D., JAKEMAN, K.J., BROWNE, R.M. (1986). Penetration in vitro of human and ferret dentine by three bacterial species in relation to their potential role in pulpal inflammation. *Int. Endod. J.*, **19**: 213-220.
- METZGER, Z., BASRANI, B., GOODIS, H.E. (2011). Instruments, Material, and Devices. In Hargreaves KM, Cohen S editors: *Cohen's Pathways of the Pulp*. 10th ed, St Louis, Missouri, Mosby Elsevier.p.: 223-282.
- MICHELICH, V.I., SCHUSTER, G.S., PASHLEY, D.H. (1980). Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J. Dent. Res.*, **59**: 1398-1403.
- MIKROGEORGIS, G., MOLYVDAS, I., LYROUDIA, K., NIKOLAIDIS, N., PITAS, I. (2006). A new methodology for the comparative study of the root canal instrumentation techniques based on digital radiographic image processing and analysis. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **101**: e125-131.

- MILETIC, I., ANIC, I., PEZELJ-RIBARIC, S., JUKIC, S. (1999). Leakage of five root canal sealers. *Int. Endod. J.*, **32**: 415-418.
- MILIA, E., SANTINI, A. (2003). Ultrastructural transmission electron microscopy (TEM) study of hybrid layers formed beneath a one-bottle adhesive system using the total-etch technique and a self-etching system. *Quintessence Int.*, **34**: 447-452.
- MJOR, I.A., SMITH, M.R., FERRARI, M., MANNOCCI, F. (2001). The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int. Endod. J.*, **34**: 346-353.
- MOHAMMADI, Z. (2007). Evaluation of the antifungal substantivity of sodium hypochlorite, chlorhexidine and MTAD. *The Internet J Dental Sci.*, **5**.
- MOHAMMADI, Z., ABBOTT, P.V. (2009). The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int. Endod. J.*, **42**: 288-302.
- MOHAMMADI, Z., GIARDINO, L., MOMBEINPOUR, A. (2012). Antibacterial substantivity of a new antibiotic-based endodontic irrigation solution. *Aust. Endod. J.*, **38**: 26-30.
- MONTICELLI, F., SADEK, F.T., SCHUSTER, G.S., VOLKMANN, K.R., LOONEY, S.W., FERRARI, M., TOLEDANO, M., PASHLEY, D.H., TAY, F.R. (2007a). Efficacy of two contemporary single-cone filling techniques in preventing bacterial leakage. *J. Endod.*, **33**: 310-313.
- MONTICELLI, F., SWORD, J., MARTIN, R.L., SCHUSTER, G.S., WELLER, R.N., FERRARI, M., PASHLEY, D.H., TAY, F.R. (2007b). Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. *Int. Endod. J.*, **40**: 374-385.
- MOREIRA, D.M., ALMEIDA, J.F., FERRAZ, C.C., GOMES, B.P., LINE, S.R., ZAIA, A.A. (2009). Structural analysis of bovine root dentin after use of different endodontics auxiliary chemical substances. *J. Endod.*, **35**: 1023-1027.
- MORETTO, S.G., AZAMBUJA, N. JR., ARANA-CHAVEZ, V.E., REIS, A.F., GIANNINI, M., EDUARDO, C.D., DE FREITAS, P.M. (2010). Effects of ultramorphological changes on adhesion to lased dentin-Scanning electron microscopy and transmission electron microscopy analysis. *Microsc Res Tech.*, Oct 13.
- MOZAYENI, M.A., JAVAHERI, G.H., POORROOSTA, P., ASHARI, M.A., JAVAHERI, H.H. (2009). Effect of 17% EDTA and MTAD on intracanal smear layer removal: a scanning electron microscopic study. *Aust. Endod. J.*, **35**: 13-17.
- MUKHTAR-FAYYAD, D. (2011). Cytocompatibility of new bioceramic-based materials on human fibroblast cells (MRC-5). *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **112**: 137-142.
- NAENNI, N., THOMA, K., ZEHNDER, M. (2004). Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *J. Endod.*, **30**: 785-787.
- NAGAŞ, E., ALTUNDAŞAR, E., SERPER, A. (2009). The effect of master point taper on bond strength and apical sealing ability of different root canal sealers. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **107**: 61-64.
- NAGAS, E., UYANIK, O., ALTUNDASAR, E., DURMAZ, V., CEHRELI, Z.C., VALLITTU, P.K., LASSILA, L.V. (2010). Effect of different intraorifice barriers on the fracture resistance of roots obturated with Resilon or gutta-percha. *J. Endod.*, **36**: 1061-1063.

- NAGAŞ, E., UYANIK, M.O., EYMIRLI, A., CEHRELI, Z.C., VALLITTU, P.K., LASSILA, L.V., DURMAZ, V. (2012). Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J. Endod.*, **38**: 240-244.
- NAIDORF, I.J. (1974). Clinical microbiology in endodontics. *Dent. Clin. North. Am.*, **18**: 329-44.
- NAIR, P.N., HENRY, S., CANO, V., VERA, J. (2005). Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **99**: 231-252.
- NAKABAYASHI, N., PASHLEY, D.J. (1998). Hybridization of dental hard tissues. *Quintessence Publishing Co Ltd, Tokyo*, s.: 62-63.
- NEELAKANTAN, P., SUBBARAO, C., SUBBARAO, C.V., DE-DEUS, G., ZEHNDER, M. (2011). The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. *Int. Endod. J.*, **44**: 491-498.
- NEWBERRY, B.M., SHABAHANG, S., JOHNSON, N., APRECIO, R.M., TORABINEJAD, M. (2007). The antimicrobial effect of Biopure MTAD on eight strains of *Enterococcus faecalis*: an in vitro investigation. *J. Endod.*, **33**: 1352-1354.
- NGO, H., MOUNT, G.J., PETERS, M.C. (1997). A study of glass-ionomer cement and its interface with enamel and dentin using a low-temperature, high-resolution scanning electron microscopic technique. *Quintessence Int.*, **28**: 63-69.
- NIELSEN, B.A., BAUMGARTNER, C.J. (2007). Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals, *J. Endod.*, **33**: 611-615.
- NILES, J.L., COLETTI, J.M. J.R., WILSON, C. (1973). Biomechanical evaluation of bone-porous material interfaces. *J. Biomed. Mater. Res.* **7**: 231-251.
- NIU, W., YOSHIOKA, T., KOBAYASHI, C., SUDA, H. (2002). A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int. Endod J.*, **35**: 934-939.
- OKİNO, L.A., SİQUEİRA, E.L., SANTOS, M., BOMBANA, A.C., FİGUEİREDO, J.A. (2004). Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int. Endod. J.*, **37**: 38-41.
- OKŞAN, T., AKTENER, B.O., ŞEN, B.H., TEZEL, H. (1993). The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int. Endod. J.*, **26**: 301-305.
- OLIVER, C.M., ABBOTT, P.V. (1998). An in vitro study of apical and coronal microleakage of laterally condensed gutta percha with Ketac-Endo and AH-26. *Aust. Dent. J.*, **43**: 262-268.
- ONAY, E.O., UNGOR, M., ARI, H., BELLİ, S., OGUS, E. (2009). Push-out bond strength and SEM evaluation of new polymeric root canal fillings. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **107**: 879-885.
- ØRSTAVIK, D., ERIKSEN, H.M., BEYER-OLSEN, E.M. (1983). Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *Int. Endod. J.*, **16**: 59-63.
- ØRSTAVIK, D., HAAPASALO, M. (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod. Dent. Traumatol.*, **6**: 142-149.

- OUTHWAITE, W.C., LIVINGSTON, M.J., PASHLEY, D.H. (1976). Effects of changes in surface area, thickness, temperature and post-extraction time on human dentine permeability. *Arch. Oral Biol.*, **21**: 599-603.
- ÖZCAN, E., ÇAPAR, İ.D., ÇETİN, A.R., ARI AYDINBELGE, H. (2013). Farklı irrigasyon solüsyonlarının MTA Fillapex kanal patının bağlanma dayanımı üzerine etkisi . *Acta. Odontologica Turcica.*, **30**: 1-5
- ÖNCAĞ, O., HOŞGÖR, M., HILMIOĞLU, S., ZEKGİOĞLU, O., ERONAT, C. VE BURHANOGU, D. (2003). Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *Int. Endod. J.*, **36**: 423-432.
- ÖZCAN, E., ÇAPAR, İ.D., ÇETİN, A.R., TUNÇDEMİR, A.R., AYDINBELGE, H.A. (2012). The effect of calcium silicate-based sealer on the push-out bond strength of fibre posts. *Aust. Dent. J.*, **57**:166-70.
- PANE, E.S., PALAMARA, J.E., MESSER, H.H. (2013). Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *J. Endod.*, **39**: 669-673.
- PAQUÉ F, LUDER HU, SENER B, ZEHNDER M. (2006). Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canals. *Int. Endod. J.*, **39**: 18-25.
- PARSONS, G.J., PATTERSON, S.S., MILLER, C.H., KATZ, S., KAFRAWY, A.H., NEWTON, C.W. (1980). Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **49**: 455- 459.
- PASHLEY DH. (1992). The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent.*, **17**: 229-242.
- PASHLEY, D.H. (1990). Clinical considerations of microleakage. *J.Endod.*, **16**: 70–77.
- PASHLEY, D.H. (1992). Smear layer: overview of structure and function. *Proc. Finn. Dent. Soc*, **1**: 215-224.
- PASHLEY, D.H., DEPEW, D.D. (1986). Effects of the smear layer, Copalite, and oxalate on microleakage. *Oper. Dent.*, **11**: 95-102.
- PASHLEY, D.H., MICHELİCH, V., KEHL, T. (1981). Dentin Permeability: effects of smear layer removal. *J. Proshet. Dent.*, **46**: 531-537.
- PASHLEY, D.H., SANO, H., CIUCCHI, B., YOSHIYAMA, M., CARVALHO, R.M. (1995). Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dent. Mater.*, **11**: 117-125.
- PASHLEY, D.H., TAO, L., BOYD, L., KING, G.E., HORNER, J.A. (1988). Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentine. *Arch. Oral Biol.*, **33**: 265-270
- PATIERNO, J.M., RUEGGERBERG, F.A., ANDERSON, R.W., WELLER, R.N., PASHLEY. D.H. (1996). Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Endod. Dent. Traumatol.*, **12**: 227-236.
- PERDIGAO, J. (2002). Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dent. Clin. NorthAm.*, **46**: 277-301.

- PERDIGAO, J., DENEHY, G.E., SWIFT, E.J. J.R. (1994). Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. *Am. J. Dent.*, **7**: 81-84.
- PEREIRA, A.C., EGGERTSSON, H., MARTINEZ-MIER, E.A., MIALHE, F.L., ECKERT, G.J., ZERO, D.T. (2009). Validity of caries detection on occlusal surfaces and treatment decisions based on results from multiple caries-detection methods. *Eur J. Oral. Sci.*, **117**: 51-57.
- PEST, L.B., CAVALLI, G., BERTANI, P., GAGLIANI, M. (2002). Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater.*, **18**: 596-602.
- PETERS, D.D. (1986). Two-year in vitro solubility evaluation of four gutta-percha sealer obturation techniques. *J. Endod.*, **12**: 139-145
- PETERS, L.B., WESSELINK, P.R., BUIJS, J.F., VAN WINKELHOFF, A.J. (2001). Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *J. Endod.*, **27**: 76-81.
- PETERS, O.A. (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J. Endod.*, **30**: 559-567.
- PETERS, O.A., SCHÖNENBERGER, K., LAIB, A. (2001). Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int. Endod. J.*, **34**: 221-30.
- PIEPER, C.M., ZANCHI, C.H., RODRIGUES-JUNIOR, S.A., MORAES, R.R., PONTES, L.S., BUENO, M (2009). Sealing ability, water sorption, solubility and toothbrushing abrasion resistance of temporary filling materials. *Int. Endod. J.*, **42**: 893-899.
- PITOUT, E., OBERHOLZER, T.G., BLIGNAUT, E., MOLEPO, J. (2006). Coronal leakage of teeth root-filled with gutta-percha or Resilon root canal filling material. *J. Endod.*, **32**: 879-881.
- PLOTINO, G., PAMEIJER, C.H., GRANDE, N.M., SOMMA, F. (2007). Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J. Endod.*, **33**: 81-95.
- PORTENIER, I., WALTIMO, T., ØRSTAVIK, D., HAAPASALO, M. (2006). Killing of *Enterococcus faecalis* by MTAD and chlorhexidine digluconate with or without cetrimide in the presence or absence of dentin powder or BSA. *J. Endod.*, **32**: 138-141.
- PRADO, M., DE ASSIS, D.F., GOMES, B.P., SIMÃO, R.A. (2011). Effect of disinfectant solutions on the surface free energy and wettability of filling material. *J. Endod.*, **37**: 980-982.
- PRADO, M., SIMÃO, R.A., GOMES, B.P. (2013). Effect of different irrigation protocols on resin sealer bond strength to dentin. *J. Endod.*, **39**: 689-692.
- QIAN, W., SHEN, Y., HAAPASALO, M. (2011). Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. *J. Endod.*, **37**: 1437-1441.
- QING, Y., AKITA, Y., KAWANO, S., KAWAZU, S., YOSHIDA, T., SEKINE, I. (2006). Cleaning efficacy and dentin micro-hardness after root canal irrigation with a strong acid electrolytic water. *J. Endod.*, **32**: 1102-1106.
- RAM, Z. (1977). Effectiveness of root canal irrigation, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **44**: 306-312.
- RAMOS, A.C., ESTEVES-OLIVEIRA, M., ARANA-CHAVEZ, V.E., DE PAULA, EDUARDO, C. (2010). Adhesives bonded to erbium:yttrium-aluminum-garnet laser- irradiated dentin: transmission electron microscopy, scanning electron microscopy and tensile bond strength analyses. *Lasers Med Sci.*, **25**: 181-189.

- RASIMICK, B.J., NEKICH, M., HLADEK, M.M., MUSIKANT, B.L., DEUTSCH, A.S. (2008). Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *J. Endod.*, **34**: 1521-1523
- RAY, H.A., TROPE, M. (1995). Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int. Endod. J.*, **28**:12-18.
- REGAN, J.D. (2004). Root canal system obturation. In: *Endodontics*, 3rd Edition, Ed.: C.J.R. Stock, K. Gulabivala, R. T. Walker. Philadelphia: Elsevier Ltd. p.: 181-196
- RETIEF, D.H.(1991). Standardizing laboratory adhesion tests. *Am. J. Dent.*, **4**: 231-236.
- RING, K.C., MURRAY, P.E., NAMEROW, K.N., KUTTLER, S., GARCIA-GODOY, F. (2008). The comparison of the effect of endodontic irrigation on cell adherence to root canal dentin. *J. Endod.*, **34**: 1474-1479.
- RINGEL, A.M., PATTERSON, S.S., NEWTON, C.W., MILLER, C.H., MULHERN, J.M.(1982). In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. *J. Endod.*, **8**: 200-204.
- ROGGENDORF, M.J., LEGNER, M., EBERT, J., FILLERY, E., FRANKENBERGER, R., FRIEDMAN, S.(2010). Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int. Endod. J.*, **43**: 200-209.
- ROSENFELD, E.F., JAMES, G.A., BURCH, B.S. (1978). Vital pulp tissue response to sodium hypochlorite. *J. Endod.*, **4**: 140-146.
- RUDDLE, C.J. (2002). Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the pulp*. 8th ed. St Louis, Mosby, Inc, 231-91.
- RUEGGERBERG, F.A. (1991). Substrate for adhesion testing to tooth structure-Review of the literature. *Dent. Mater.*, **7**: 2-10.
- RUFF, M.L., MCCLANAHAN, S.B., BABEL, B.S. (2006). In vitro antifungal efficacy of four irrigants as a final rinse. *J. Endod.*, **32**: 331-333.
- RUSE, N.D., SMITH, D.C. (1991). Adhesion to bovine dentin--surface characterization. *J. Dent. Res.*, **70**:1002-1008.
- SAFAVI, K.E., SPANGBERG, L.S., LANGE LAND, K. (1990). Root canal dentinal tubule disinfection. *J. Endod.*, **16**: 207-210.
- SAGHIRI, M.A., DELVARANI, A., MEHRVARZFAR, P., MALGANJI, G., LOTFI, M., DADRESANFAR, B., SAGHIRI, A.M., DADVAND, S. (2009). A study of the relation between erosion and microhardness of root canal dentin. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **108**: 29-34.
- SAĞSEN, B., ÜSTÜN, Y., PALA, K., DEMIRBUĞA, S. (2012). Resistance to fracture of roots filled with different sealers. *Dent. Mater. J.*, **31**: 528-532.
- SALEH, I.M., RUYTER, I.E., HAAPASALO, M., ØRSTAVIK, D. (2002). The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root canal sealers. *Int. Endod. J.*, **35**:859-66.
- SALEH, I.M., RUYTER, I.E., HAAPASALO, M.P., ØRSTAVIK, D. (2003). Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J. Endod.* **29**: 595-601.

- SALGADO, R.J., MOURA-NETTO, C., YAMAZAKI, A.K., CARDOSO, L.N., MARANHÃO DE MOURA, A.A., PROKOPOWITSCH, I. (2009). Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication removal: microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **107**: 580-584.
- SASSONE, L.M., FIDEL, R., FIDEL, S., VIEIRA, M., HIRATA, R. (2003). The influence of organic load on the antimicrobial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine in vitro. *Int. Endod J.* **36**: 848-852.
- SASSONE, L.M., FIDEL, R.A., MURAD, C.F., FIDEL, S.R., HIRATA, R., JR. (2008). Antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine by two different tests. *Aust. Endod. J.*, **34**: 19-24.
- SAUÁIA, T.S., GOMES, B.P., PINHEIRO, E.T., ZAIA, A.A., FERRAZ, C.C., SOUZAFILHO, F.J. (2006). Microleakage evaluation of intraorifice sealing materials in endodontically treated teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **102**: 242-246.
- SAUNDERS, W.P., SAUNDERS, E.M. (1994). Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod. Dent. Traumatol.* **10**:105-108.
- SAYIN, T.C., CEHRELI, Z.C., DENIZ, D., AKCAY, A., TUNCEL, B., DAGLI, F., GOZUKARA, H., KALAYCI.S.(2009). Time-dependent decalcifying effects of endodontic irrigants with antibacterial properties. *J. Endod.*, **35**: 280-283.
- SCELZA, M.F., PIERRO, V., SCELZA, P., PEREIRA, M. (2004). Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **98**: 499-503.
- SCELZA, M.F., TEIXEIRA, A.M., SCELZA, P. (2003). Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **95**: 234-236.
- SCHÄFER, E., ZAPKE, K. (2000). A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J. Endod.*, **26**: 660-664.
- SCHILDER, H. (1967). Filling root canals in three dimensions. *J. Endod.*, **32**: 281- 290.
- SCHILDER, H. (2006). Filling root canals in three dimensions. 1967. *J. Endod.* **32**:281-290.
- SCHWARTZ, R.S. (2006). Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. *J. Endod.*, **32**: 1125-1134
- SEIDBERG, B.H., SCHILDER, H. (1974). An evaluation of EDTA in endodontics. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **37**: 609-620.
- ŞEN, B.H., SAFAVI, K.E., SPANBERG, L.S. (1999). Antifungal effects of sodium hypochlorite and Chlorhexidine in root canals. *J. Endod.*, **25**: 235-238.
- SERPER, A., CALT, S. (2002). The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J. Endod.*, **28**: 501- 502.
- SEVİMAY, S., DALAT, D. (2003). Evaluation of penetration and adaptation of three different sealers: a SEM study. *J. Oral Rehabil.*, **30**: 951-955.
- SEVİMAY, S., KALAYCI, A.. (2005). Evaluation of apical sealing ability and adaptation of two rein-based sealers. *J. Oral Rehabil.*, **32**: 105-110.

- SHABAHANG, S., TORABINEJAD, M. (2003). Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *J. Endod.*, **29**: 576-5579.
- SHEMESH, H., WESSELINK, P.R., WU, M.K. (2010). Incidence of dentinal defects after root canal filling procedures. *Int. Endod. J.*, **43**: 995-1000.
- SHIPPER, G., ØRSTAVIK, D., TEIXEIRA, F.B., TROPE, M. (2004). An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J. Endod.*, **30**: 342-347.
- SHIPPER, G., TEIXEIRA, F.B., ARNOLD, R.R., TROPE, M. (2005). Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. *J. Endod.*, **31**:91-96.
- SHOKOUHINEJAD, N., HOSEINI, A., GORJESTANI, H., RAOOF, M., ASSADIAN, H., SHAMSHIRI, A.R. (2012). Effect of phosphate-buffered saline on push-out bond strength of a new bioceramic sealer to root canal dentin. *Dent. Res. J. (Isfahan)*, **9**: 595-599.
- SHOKOUHINEJAD, N., HOSEINI, A., GORJESTANI, H., SHAMSHIRI, A.R. (2013). The effect of different irrigation protocols for smear layer removal on bond strength of a new bioceramic sealer. *Iran Endod. J.*, **8**: 10-13.
- SHOKOUHINEJAD, N., SHARIFIAN, M.R., JAFARI, M., SABETI, M.A. (2010). Push-out bond strength of Resilon/Epiphany self-etch and gutta-percha/AH26 after different irrigation protocols. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **110**: 88-92.
- SHORT, J.A., MORGAN, L.A., BAUMGARTNER, J.C. (1997). A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J. Endod.*, **23**: 503-507.
- SHUPING, G.B., ØSTRAVIK, D., SIGURDSSON, A., TROPE, M. (2000). Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J. Endod.*, **26**:751-755.
- SINGLA, M.G., GARG, A., GUPTA, S. (2011). MTAD in endodontics: an update review. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **112**: 70-76.
- SIQUEIRA, J.F. J.R., BATISTA, M.M., FRAGA, R.C., DE UZEDA, M. (1998). Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J. Endod.*, **24**: 414- 416.
- SIQUEIRA, J.F. J.R., RÔÇAS, I.N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J. Endod.*, **34**:1291-1301.
- SIQUEIRA, J.F. J.R., RÔÇAS, I.N., FAVIERI, A., LIMA, K.C. (2000). Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J. Endod.*, **26**: 331-334.
- SIRTES, G., WALTIMO, T., SCHAETZLE, M.,ZEHNDER, M. (2005). The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J. Endod.*, **31**: 669-671.
- SJOGREN, U., FİGDOR, D., PERSSON, S., SUNDQVİST, G. (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int. Endod. J.*, **30**: 297-306.
- SKIDMORE, A.E., BJORN DAL, A.M. (1971). Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **32**:778-784.

- SKIDMORE, L.J., BERZİNS, D.W., BAHCALL, J.K. (2006). An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. *J. Endod.*, **32**: 963-966.
- SLY, M.M., MOORE, B.K., PLATT, J.A., BROWN, C.E. (2007). Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany). *J. Endod.*, **33**: 160-162.
- SMITH, J.B., LOUSHINE, R.J., WELLER, R.N., RUEGGEBERG, F.A., WHITFORD, G.M., PASHLEY, D.H., TAY, F.R. (2007). Metrologic evaluation of the surface of white MTA after the use of two endodontic irrigants. *J. Endod.*, **33**: 463-467.
- SOARES, C.J., PEREIRA, C.A., PEREIRA, J.C., SANTANA, F.R., DO PRADO, C.J. (2008a). Effect of chlorhexidine application on microtensile bond strength to dentin. *Oper. Dent.*, **33**: 183-188.
- SOARES, C.J., SANTANA, F.R., CASTRO, C.G., SANTOS-FILHO, P.C., SOARES, P.V., QIAN, F., ARMSTRONG, S.R. (2008b). Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent. Mater.*, **24**: 1405-1411.
- SOUSA-NETO, M.D., SILVA COELHO, F.I., MARCHESAN, M.A., ALFREDO, E., SILVA-SOUSA, Y.T. (2005). Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er : YAG and Nd : YAG lasers. *Int. Endod. J.*, **38**: 866-867.
- STABHOLZ, A., FRIEDMAN, S. (1988). Endodontic retreatment- case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J. Endod.*, **14**: 607-614.
- STEWART, G.G. (1986). Chelation and flotation in endodontic practice: an update. *J. Am. Dent. Assoc.*, **113**: 618-622.
- STIEGEMEIER, D., BAUMGARTNER, J.C., FERRACANE, J. (2010). Comparison of push-out bond strengths of Resilon with three different sealers. *J. Endod.*, **36**: 318-321.
- STOJICIC, S., SHEN, Y., QIAN, W., JOHNSON, B., HAAPASALO, M. (2012). Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int. Endod. J.*, **45**: 363-371.
- SUDSANGIAM, S., VAN NOORT, R. (1999). Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *J. Adhes. Dent.*, **1**: 57-67.
- SVEC, T.A., HARRISON, J.W. (1977). Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution. *J. Endod.*, **3**: 49-53.
- ŞEN, B.H. (2010). Kök kanal Enfeksiyonları ve Güncel İrrigasyon Yöntemleri. *Türkiye Klinikleri J. Dental Sci.*, **3**: 24-32.
- ŞEN, B.H., ERTURK, O., PISKIN, B. (2009). The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. *Oral Surg, Oral Med, Oral Path. Oral Radio. Endod.* **108**: 622-627.
- ŞEN, B.H., PISKIN, B., BARAN, N. (1996). The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. *Int. Endod. J.*, **29**: 23-28.
- ŞEN, B.H., WESSELINK, P.R., TURKUN, M. (1995). The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int. Endod. J.*, **28**: 141-148.
- TAGGER, M., TAGGER, E., TJAN, A.H.L. VE BAKLAND, L.K. (2002). Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J. Endod.*, **28**: 351-354.

- TAN, B.T., MESSER, H.H. (2002). The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. *J. Endod.*, **28**: 658-264.
- TANOMARU-FILHO, M., JORGE, E.G., TANOMARU, J.M., GONÇALVES, M. (2008). Evaluation of the radiopacity of calcium hydroxide- and glass-ionomer-based root canal sealers. *Int. Endod. J.*, **41**: 50-53.
- TAŞDEMİR, T., ER, K., YİLDİRİM, T., BURUK, K., CELİK, D., CORA, S., TAHAN, E., TUNCEL, B., SERPER, A. (2009). Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary systems: a bacterial leakage study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **108**: 129-34.
- TAŞMAN, F., CEHRELI, Z.C., OĞAN, C., ETIKAN, I. (2000). Surface tension of root canal irrigants. *J. Endod.*, **26**: 586-587.
- TATSUTA, C.T., MORGAN, L.A., BAUMGARTNER, J.C., ADEY, J.D. (1999). Effect of calcium hydroxide and four irrigation regimens on instrumented and uninstrumented canal wall topography. *J. Endod.*, **25**: 93-98.
- TAUBER, R., MORSE, D.R., SINAI, I.A., FURST, M.L. (1983). A magnifying lens comparative evaluation of conventional and ultrasonically energized filling. *J. Endod.*, **9**: 269-274.
- TAY, F.R., GUTMANN, J.L., PASHLEY, D.H. (2007). Microporous, demineralized collagen matrices in intact radicular dentin created by commonly used calcium-depleting endodontic irrigants. *J. Endod.*, **33**: 1086-1090.
- TAY, F.R., MAZZONI, A., PASHLEY, D.H., DAY, T.E., NGOH, E.C., BRESCHI, L. (2006b). Potential iatrogenic tetracycline staining of endodontically treated teeth via NaOCl/MTAD irrigation: a preliminary report. *J. Endod.*, **32**: 354-358.
- TAY, F.R., PASHLEY, D.H., LOUSHINE, R.J., DOYLE, M.D., GILLESPIE, W.T., WELLER, R.N., KING, N.M. (2006a). Ultrastructure of smear layer-covered intraradicular dentin after irrigation with BioPure MTAD. *J. Endod.*, **32**: 218-221.
- TAYLOR, M.J., LYNCH, E. (1992). Microleakage. *J. Dent.*, **20**: 3-10.
- TEIXEIRA, C.S., ALFREDO, E., THOMÉ, L.H., GARIBA-SILVA, R., SILVA-SOUSA, Y.T., SOUSA-NETO, M.D. (2009). Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: shear and push-out bond strength measurements and SEM analysis. *J. Appl. Oral. Sci.*, **17**: 129-135.
- THODEN VAN VELZEN, S.K., DUIVENVOORDEN, H.J., SCHUURS, A.H.B. (1981). Probabilities of success and failure in endodontic treatment: a Bayesian approach. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **52**: 85-90.
- TIMPAWAT, S., AMORNCHAT, C., TRISUWAN, W. (2001a). Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J. Endod.*, **27**: 36-39.
- TIMPAWAT, S., VONGSAVAN, N., MESSER, H.H. (2001b). Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. *J. Endod.*, **27**: 351-353.
- TORABINEJAD, M., CHO, Y., KHADEMI, A.A., BAKLAND, L.K., SHABAHANG, S. (2003c). The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J. Endod.*, **29**: 233-239.

- TORABINEJAD, M., HONG, C.U., MCDONALD, F., PITT FORD, T.R. (1995). Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J. Endod.*, **21**: 349-353.
- TORABINEJAD, M., KHADEMI, A.A., BABAGOLI, J., CHO, Y., JOHNSON, W.B., BOZHILOV, K., KIM, J., SHABAHANG, S. (2003b). A new solution for the removal of the smear layer. *J. Endod.*, **29**:170-175.
- TORABINEJAD, M., SHABAHANG, S., APRECIO, R.M., KETTERING, J.D. (2003a). The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *J. Endod.*, **29**: 400-403.
- TORABINEJAD, M., SHABAHANG, S., BAHJRI, K. (2005). Effect of MTAD on postoperative discomfort: a randomized clinical trial. *J. Endod.*, **31**: 171-176.
- TRIOLO, P.T., SWIFT, E.J. (1992). Shear bond strengths of ten dentin adhesive systems. *Dent. Mater.*, **8**: 370-374.
- TRONSTAD L., BARNETT, F., FLAX, M. (1988). Solubility and biocompatibility of calcium hydroxide-containing root canal sealers. *Endod. Dent. Traumatol.*, **4**: 152-159
- TRONSTAD, L., BARNETT, F., SCHWARTZBEN, L., FRASCA, P. (1985). Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod. Dent. Traumatol.*, **1**: 69- 76.
- TROPE, M., RAY, H.L. J.R. (1992). Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **73**: 99-102.
- TSELNIK, M., BAUMGARTNER, J.C., MARSHALL, J.G. (2004). Bacterial leakage with mineral trioxide aggregate or a resin-modified glass ionomer used as a coronal barrier.*J. Endod.*, **30**: 782-784.
- TÜRKÜN, M., CENGİZ, T. (1997). The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int. Endod. J.*, **30**: 335-342.
- TÜRKÜN, M., GÖKAY, N., ÖZDEMİR, N. (1998). Farklı endodontik yıkama solüsyonlarının toksik ve nekrotik doku çözücü etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *İ.Ü. Dişhekimliği Fak. Derg.*, **32**: 87-94.
- UNGOR, M., ONAY, E.O., ORUCOĞLU, H. (2006). Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *Int. Endod J.*, **39**: 643-647.
- UYANIK, M. O., NAGAS, E.,ŞAHİN, C., DAĞLI, F., ÇEHRELİ, Z. C. (2009). Effects of different irrigation regimes on the sealing properties of repaired furcal perforation. *Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol. Oral. Radiol. Endod.* **107**:e91-95.
- VAN DER SLUIS, L.W., VERSLUIS, M., WU, M.K., WESSELINK, P.R. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int. Endod. J.*, **40**: 415–426.
- VAN MEERBEEK, B., DE MUNCK, J., YOSHIDA, Y., INOUE, S., VARGAS, M.,VIJAY, P., VAN LANDUYT, K., LAMBRECHTS, P., VANHERLE, G. (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper. Dent.*, **28**: 215-235.
- VERDELIS, K., ELIADES, G., OVIIR, T., MARGELOS, J. (1999). Effect of chelating agents on the molecular composition and extent of decalcification at cervical, middle and apical root dentin locations. *Endod. Dent. Traumatol.*, **15**:164-170.
- VERTUCCI, F.J. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **58**:589–599.

- VIANNA, M.E., GOMES, B.P., BERBER, V.B., ZAIA, A.A., FERRAZ, C.C., DE SOUZA-FILHO, F.J. (2004). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **97**: 79–84.
- VILANOVA, W.V., CARVALHO-JUNIOR, J.R., ALFREDO, E., SOUSA-NETO, M.D., SILVA-SOUSA, Y.T. (2012). Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int. Endod. J.*, **45**: 42-48.
- VIOLICH, D.R., CHANDLER, N.P. (2010). The smear layer in endodontics - a review. *Int. Endod. J.*, **43**: 2-15.
- VISINTINI, E., MAZZONI, A., VITA, F., PASQUANTONIO, G., CADENARO, M., DI LENARDA, R., BRESCHI, L. (2008). Effects of thermocycling and use of ElectroBond on microtensile strength and nanoleakage using commercial one-step self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci.*, **116**: 564-70.
- WACHLAROWICZ, A.J., JOYCE, A.P., ROBERTS, S., PASHLEY, D.H. (2007). Effect of endodontic irrigants on the shear bond strength of epiphany sealer to dentin. *J. Endod.*, **33**:152-155.
- WALMSLEY, A.D., WILLIAMS, A.R. (1989). Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *J. Endod.*, **15**: 189-194.
- WALTON, R.E. (1976). Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J. Endod.*, **2**:304–311.
- WALTON, R.E., JOHNSON, W. T. (2002). Obturation. In: *Principles and Practice of Endodontics*. 3rd Edition, Ed.: R.E. Walton, M. Torabinejad. Philadelphia: W.B. Saunders Co. p.: 239-267
- WANG, Z., SHEN, Y., HAAPASALO, M. (2012). Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *J. Endod.*, **38**: 1376-1379.
- WAPLINGTON, M., LUMLEY, P.J., WALMSLEY, A.D. (1995). Sonic instruments in root canal therapy. *Dent. Update.*, **22**: 339-342.
- WAYMAN, B.E., KOPP, W.M., PINERO, G.J., LAZZARI, E.P. (1979). Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *J. Endod.*, **5**: 258-265.
- WEINE, F.S. (1989). Canal filling with semisolid materials. In: *Endodontic Theraphy*. 4nd Ed., St. Louis: Mosby, pp.: 370-415
- WEIS, M.V., PARASHOS, P., MESSER, H.H. (2004). Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *Int. Endod. J.*, **37**: 653-663.
- WENNERBERG, A., ORSTAVIK, D. (1990). Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta percha. *Int. Endod. J.*, **23**: 13-19.
- WHITE, R.R., GOLDMAN, M., LIN, P.S. (1984). The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J. Endod.*, **10**: 558-562.
- WHITE, R.R., GOLDMAN, M., LIN, P.S. (1987). The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II, *J. Endod.*, **13**: 369-374.
- WIENER, B.H., SCHILDER, H. (1971). A comparative study of important physical properties of various root canal sealers. II. Evaluation of dimensional changes. *Oral Sur. Oral Med. Oral Pathol.*, **32**: 928-937

- WILLIAMS, S., GOLDMAN, M. (1985). Penetrability of the smeared layer by a strain of *Proteus vulgaris*. *J. Endod.*, **11**: 385-388.
- WILLIAMSON, A.E., MARKER, K.L., DRAKE, D.R., DAWSON, D.V., WALTON, R.E. (2009). Resin-based versus gutta-percha-based root canal obturation: influence on bacterial leakage in an in vitro model system. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **108**: 292-296.
- WOLLARD RR, BROUGH SO, MAGGIO J, SELTZER S. (1976). Scanning electron microscopic examination of root canal filling materials. *J. Endod.*, **2**: 98-110.
- WONG, R. (2004). Conventional endodontic failure and retreatment. *Dent. Clin. North. Am.*, **48**: 265-289.
- WU, M.K., DE GEE, A.J., WESSELINK, P.R., MOORER, W.R. (1993). Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int. Endod. J.*, **26**: 203-208.
- WU, M.K., DE GEE, A.J., WESSELINK, P.R. (1998). Effect of tubule orientation in the cavity wall on the seal of dental filling materials: an in vitro study. *Int. Endod. J.*, **31**: 326-332.
- WU, M.K., FAN, B., WESSELINK, P.R. (2000). Diminished leakage along root canals filled with gutta-percha without sealer over time: a laboratory study. *Int. Endod. J.*, **33**: 121-125.
- WU, M.K., KASTÁKOVÁ, A., WESSELINK, P.R. (2001). Quality of cold and warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars. *Int. Endod. J.*, **34**: 485-491.
- WU, M.K., VAN DER SLUIS, L.W., WESSELINK, P.R. (2002). A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int. Endod. J.*, **35**: 527-535.
- WU, M.K., VAN DER SLUIS, L.W., WESSELINK, P.R. (2003). The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int. Endod. J.*, **36**: 218-224.
- WU, M.K., WESSELINK, P.R. (2001). A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int. Endod. J.*, **34**: 137-341.
- WU, M.K., WESSELINK, P.R., BOERSMA, J. (1995). A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. *Int. Endod. J.*, **28**: 185-189.
- WU, M.K., WESSELINK, P.R. (1993). Endodontic leakage studies reconsidered. Part 1-Methodology, application and relevance. *Int. Endod. J.*, **26**: 37-43.
- XU, H.H., CAREY, L.E., SIMON, C.G. J.R., TAKAGI, S., CHOW, L.C. (2007). Premixed calcium phosphate cements: synthesis, physical properties, and cell cytotoxicity. *Dent. Mater.*, **23**: 433-441.
- YAMADA, R.S., ARMAS, A., GOLDMAN, M., LIN, P.S. (1983). A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J. Endod.*, **9**: 137-142.
- YAN, P., PENG, B., FAN, B., FAN, M., BIAN, Z. (2006). The effects of sodium hypochlorite (5.25%), Chlorhexidine (2%), and Glyde File Prep on the bond strength of MTA-dentin. *J. Endod.* **32**: 58-60.
- YANEZ, M., BARBOSA, S.E. (2003). Changes in particle area measurements due to SEM accelerating voltage and magnification. *Microsc. Res. Tech.*, **61**: 463-468.

- YANG, Q., LU, D.(2008). Premix biological hydraulic cement paste composition and using the same. United States Patent Application 2008029909, December 4.
- YANG, Q., TROCZYNSKI, T., LIU, D.M. (2002). Influence of apatite seeds on the synthesis of calcium phosphate cement. *Biomaterials.*, **23**: 2751-2760.
- YAO, H., KIMURA, K. (2007). Field Emission Scanning Electron Microscopy for Structural Characterization of 3D Gold Nanoparticle Superlattices. In: *Modern Research and Educational Topics in Microscopy*. Ed.: Mendez-Vilas A., Diaz J., Badajoz, Formatex, p.: 568-575.
- YASUDA, Y., TATEMATSU, Y., FUJII, S., MAEDA, H., AKAMINE, A., TORABINEJAD, M., SAITO, T. (2010). Effect of MTAD on the differentiation of osteoblast-like cells. *J. Endod.*, **36**: 260-263.
- YEŞİLSOY, C., WHITAKER, E., CLEVELAND, D., PHILIPS, E., TROPE, M. (1995). Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *J. Endod.*, **21**: 513-515.
- YILMAZ, Z., BASBAG, B., BUZOGLU, H.D., GÜMÜŞDERELİOĞLU, M. (2011). Effect of low-surface-tension EDTA solutions on the wettability of root canal dentin. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **111**: 109-114.
- YILMAZ, Z., TUNCEL, B., OZDEMİR, H.O., SERPER, A. (2009). Microleakage evaluation of roots filled with different obturation techniques and sealers. *Oral Surg. Oral Med. Oral Path. Oral Radio. Endod.*, **108**: 124-128.
- YOSHIDA, T., SHIBATA, T., SHINOHARA, T., GOMYO, S., SEKINE, I. (1995). Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. *J. Endod.*, **21**: 592-593.
- ZAIA, A.A., NAKAGAWA, R., DE QUADROS, I., GOMES, B.P., FERRAZ, C.C., TEIXEIRA, F.B., SOUZA-FILHO, F.J. (2002). An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root-filled teeth. *Int. Endod. J.*, **35**: 729-734.
- ZAMANY, A., SAFAVI, K., SPÅNGBERG, L.S. (2003). The effect of chlorhexidine as an endodontic, disinfectant. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **96**: 578-581.
- ZEHNDER, M. (2006). Root canal irrigants. *J. Endod.*, **32**: 389-398.
- ZEHNDER, M., KOSICKI, D., LUDER, H., SENER, B., WALTIMO, T. (2002). Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* **94**: 756-762.
- ZHANG, H., SHEN, Y., RUSE, N.D., HAAPASALO, M. (2009a). Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *J.Endod.*, **35**: 1051-1055.
- ZHANG, K., KIM, Y.K., CADENARO, M., BRYAN, T.E., SIDOW, S.J., LOUSHINE, R.J., LING, J.Q., PASHLEY, D.H., TAY, F.R. (2010). Effects of different exposure times and concentrations of sodiumhypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *J. Endod.*, **36**:105-109
- ZHANG, W., LI, Z., PENG, B. (2009b). Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **107**: 79-82.
- ZHANG, W., TORABINEJAD, M., LI, Y. (2003). Evaluation of cytotoxicity of MTAD using the MTT-tetrazolium method. *J. Endod.*, **29**: 654-657.

ZURBRIGGEN, T., DEL RÍO, C.E., BRADY, J.M. (1975). Postdebridement retention of endodontic reagents: a quantitative measurement with radioactive isotope. *J. Endod.* **(9)**:298-299.

ÖZGEÇMİŞ

I. Bireysel Bilgiler

Adı: Ceren Feriha

Soyadı: UZUNTAŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara, 28/04/1978

Uyruğu: T.C.

Medeni Durumu: Evli

İletişim Adresi ve Telefonu: Konutkent Sitesi F/1 Blok no:2 Çayyolu/ANKARA

Tel: 0505 217 04 22

Elektronik Posta: cerenuzuntas@hotmail.com

II. Eğitimi

1984-1988 Ankara Halide Edip Adıvar İlkokulu, Ankara

1988-1992 Özel Yükseliş Koleji, Ankara

1992-1995 Ankara Anıttepe Lisesi, Ankara

1996-2001 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara

2001-2002 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim
Dalı, Ankara

2012-2014 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim
Dalı, Ankara

Yabancı Dili: İngilizce

III. Ünvanları

2001: Diş Hekimi

IV. Mesleki deneyim

2002-2007 Çankırı Çerkeş Devlet Hastanesi Diş Polikliniği

2007-2012 Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Diş Polikliniği
 2012-2014 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim
 Dalı, Ankara

V- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Türk Endodonti Derneği

VI- Bilimsel İlgi Alanları

Sözlü bildiriler :

1) ÇELIKTEN B., UZUNTAŞ C.F., GÜLŞAHI K (2014).

Farklı kök kanal dolgu materyalleri ile doldurulmuş dişlerin kırılma dirençlerinin değerlendirilmesi. Türk Endodonti Derneği 12. Uluslararası Kongresi, Türkiye

Poster bildirileri :

1) ÇELIKTEN B., UZUNTAŞ C.F., SEFALIZADEH R., DEMIREL G., SEVIMAY S. (2014). Maksiller Anterior Horizontal Kök Kırığı Tedavisinde Multidisipliner Yaklaşım. Türk Endodonti Derneği 12. Uluslararası Kongresi, Türkiye

2) UZUNTAŞ C.F.(2013). Kırılan Kök Kanal Aletlerinin Masserean Kiti Ve Ultrasonik Uç Kullanılarak Çıkartılması: Olgu sunumu. Türk Endodonti Derneği 5. Bilimsel Sempozyumu, Louis Olympia.

3) UZUNTAŞ C.F.(2013). Taurodontizm Bulunan Alt Çene Büyük Azı Dişlerinin Endodontik Tedavisi: Olgu sunumu. Türk Endodonti Derneği 5. Bilimsel Sempozyumu, Louis Olympia.

4) UZUNTAŞ C.F., ÇELIKTEN B.(2013). Mineral Trioksit Aggregate (MTA) ile yapılan Apeksifikasyon Tedavisi: Olgu Raporu. Türk Endodonti Derneği 5. Bilimsel

Sempozyumu, Louis Olympia.

5) **UZUNTAŞ C.F., ÇELIKTEN B.**(2013). Anotomik Farklılıklar Gösteren Dişlerin Endodontik Tedavisi: Olgu Raporu. Türk Endodonti Derneği 5. Bilimsel Sempozyumu, Louis Olympia.

6) **UZUNTAŞ C.F., ÇELIKTEN B.**(2013). İnternal rezorbsiyon bulunan dişlerin endodontik tedavisi: Olgu Raporu. Türk Endodonti Derneği 5. Bilimsel Sempozyumu, Louis Olympia.

7) **UZUNTAŞ C.F.** (2013). Alt çene büyük azı dişlerinde hemiseksiyon tedavisinin uygulanması: Olgu Raporu. Türk Endodonti Derneği 5. Bilimsel Sempozyumu, Louis Olympia.

8) **UZUNTAŞ C.F.** (2013). Travmaya Bağlı Olarak Gelişen Horizontal Kök Kırığında MTA Uygulanması: Olgu Raporu. Türk Endodonti Derneği 5. Bilimsel Sempozyumu, Louis Olympia.

9) **UZUNTAŞ C.F., ÇELIKTEN B., ÖZEN D.**(2013). Push-out bond strength of new calcium silicate based materials and MTA in simulated furcation perforations. FDI Annual World Dental Congress, İstanbul.

Ulusal Dergi Yayını:

1) **UZUNTAŞ C.F., ÇELIKTEN B., SEVİMAY S.** (2013). Anatomik varyasyon gösteren üst birinci büyük azı dişlerinin endodontik tedavisi: Olgu sunumu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.(Basımda)

2) **UZUNTAŞ C.F., ÇELIKTEN B., SEVİMAY S.** (2013). Alt Çene Birinci ve İkinci Büyük Azı Dişlerde Radix Entomolaris'in Saptanması ve Endodontik Tedavisi: Olgu Sunumu. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.(Basımda)

VII- Bilimsel Etkinlikleri**Proje:**

1) Türk Toplumunda Maxiller Molar Dişlerdeki Kök Kanal Ağız Varyasyonlarının Ve Sayılarının Endodontik Mikroskop Yardımıyla İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (2013).