



T.C.

**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**FARKLI İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ
BİYOAKTİVİTEYE ETKİSİ**

Dt. Eray ALKAN

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Hasan ORUÇOĞLU

**Bu çalışma Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından desteklenmiştir**

(Proje numarası: 2016.06.021113)

HAZİRAN 2017

BOLU

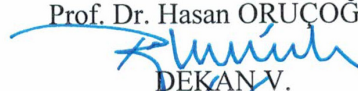
T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
Tez Onay Belgesi

Tezin Başlığı : Farklı irrigasyon solüsyonlarının
Biyaktiviteye etkisi
Tezin Savunma Tarihi : 08.06.2017
Tezin Danışmanı : Prof. Dr. Hasan Oruçoğlu

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Hasan Oruçoğlu
Üye : Doç. Dr. Dilek Yigit
Üye : Yrd. Doç. Dr. İsmail Özkoçak

DEKANLIK ONAYI

Bu tez Uzmanlık Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Hasan ORUÇOĞLU

DEKAN V.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; MTA ve biyoseramik esaslı kök kanal dolgu patlarının biyoaktivitesinin ve farklı irrigasyon solüsyonlarıyla etkileşiminin incelenmesidir.

Çalışmada 66 adet çürüksüz tek kök, tek kanallı insan premolar dişleri kullanılmıştır. Elde edilen dişler çalışmada kullanılıncaya kadar +4 derecede buzdolabında serum fizyolojik içerisinde %100 nemli ortamda saklanmıştır. Çalışma esnasında kullanılacak olan dişler rastgele her bir grupta toplam 6 adet diş olacak şekilde 10 deney (n=6) ve 1 kontrol grubuna (n=6) ayrılmıştır. Dişler öncelikle su soğutması altında aeratöre takılmış elmas bir fissür frez yardımı ile mine-sement sınırının yaklaşık 4 mm altından ve kök ucunun yaklaşık 4 mm üzerinden kesilmiştir. Çalışmada sadece dişlerin kökleri kullanılmıştır. Elde edilen kökler, TF Adaptive kök kanal aletleri ile ML3 numaralı kanal aletine kadar şekillendirilmiştir.

Şekillendirme sırasında dişlerdeki çatlakların gözlenmesi ve örneklerin standart hale getirilmesi amacıyla dental loop kullanılmıştır. Ayrıca enstrumantasyondan önce ve sonra her örnek optik büyütme ve ışıklandırma altında, kırıklar veya çatlak hattı tespiti için dişler incelenmiştir. Kanallar her eğe değişiminde %5.25'lik 2.5 ml NaOCI solüsyonu ile irrigate edilmiştir. Şekillendirmeden sonra ise dişler tekrar sırası ile %5.25'lik 2.5 ml NaOCI, distile su, %17'lik 2.5 ml sıvı EDTA, distile su ve %2'lik 2.5 ml CHX ile irrigate edilmiştir. Bu işlemten sonra Irrigasyon solüsyonlarını dişlerden uzaklaştırmak için distile su ile dişler yıkanmıştır. Dişler distile su ile yıkandıktan sonra, final irrigasyonlar için 10 gruba ayrılmıştır. Gruplar ise Tablo 1'deki gibidir;

Tablo 1: Gruplarda kullanılan final irrigasyon solüsyonları ve kanal dolgu patları

GRUP	FİNAL İRRİGASYON	KANAL DOLGU PATI
1. Grup 1	%2'lik 2.5 ml CHX	BC sealer
2. Grup 2	%2'lik 2.5 ml CHX	MTA FİLLAPEX
3. Grup 3	%5'lik 2.5 ml NaOCI	BC sealer
4. Grup 4	%5'lik 2.5 ml NaOCI	MTA FİLLAPEX
5. Grup 5	%17'lik 2.5 ml EDTA	BC sealer
6. Grup 6	%17'lik 2.5 ml EDTA	MTA FİLLAPEX
7. Grup 7	Qmix 2.5 ml	BC sealer
8. Grup 8	Qmix 2.5 ml	MTA FİLLAPEX
9. Grup 9	Distile su 2.5 ml	BC sealer
10. Grup 10	Distile su 2.5 ml	MTA FİLLAPEX

Final irrigasyonlarından sonra kanal duvarları hafif nemli bırakılmıştır. Standardizasyon için bütün dişler 2 adet #40 paper point ile kurulanmıştır.

Enjekte edilebilir olarak üretilen kanal dolgu patları direkt olarak final irrigasyonu yapılmış olan dişlere uygulanmıştır. Kanal dolgu patları uygulandıktan sonra kanallar açılı konlar ile doldurulmuştur. Kanallar doldurulduktan sonra ilk sertleşmenin gerçekleşmesi için 24 saat boyunca dişler %100 nemli ortamda tutulmuştur. 24 saatlik süreden hemen sonra ise dişler direkt olarak fosfatlı salin ile dolu olan küçük Eppendorf tüplerine yerleştirilmiştir. Tüpler 14 gün boyunca oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Bu süre zarfında her 7 günde bir şişelerin içindeki fosfatlı salin değiştirilmiştir.

14 günlük süreden sonra örnekler plastik şişelerden çıkarılıp kurutulmuştur. Kurutulduktan sonra dişler mesio-distal doğrultuda siman spatülü yardımı ile tam ortadan ikiye bölünerek analize hazır hale getirilmiştir. İkiye bölünen dişler, alüminyum tablaya yerleştirilmiştir. Yerleştirilen örnekler enerji dağılımı x-ışını spektrometresi (EDS-EDX) ile incelenerek dentin-materyal arayüzündeki elementel kompozisyon ortaya çıkarılmıştır. Bu işlemten sonra ise taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile dentin-materyal arayüzündeki morfolojik yapı incelenmiştir.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda kanal patlarının etkisi kendi aralarında karşılaştırıldığında BC Sealer Ca konsantrasyonu bakımından apikal ve kural alt gruplarda MTA Fillapex'e istatistiksel olarak üstünlük göstermiştir. İrrigant etkileri kendi aralarında karşılaştırıldıklarında Ca konsantrasyonu bakımından distile su en yüksek değerleri, %17 EDTA ise en düşük değerleri göstermiştir. Kanal patlarının etkisi kendi aralarında karşılaştırıldığında Si konsantrasyonları arasında fark bulunmamıştır. İrrigantların etkisi kendi aralarında değerlendirildiğinde yine Si konsantrasyonu açısından bir fark görülmemiştir. Gruplar arasında ortak etki değerlerine bakıldığında yine Si konsantrasyonu açısından fark görülmemiştir. SEM görüntülerine bakıldığında dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri oluşumlar gözlenmiştir. Kontrol grubuna göre bütün gruplarda Ca ve Si değerleri yüksek çıkmıştır.

Çalışmamızda kullanılan taramalı elektron mikroskobu ve enerji dağılımlı x-ray analizi yerine farklı yöntemler kullanılarak ileri çalışmalar yapılabileceği düşünülmüştür. Buna ek olarak dentin nemliliğinin ve vücut sıvılarının birebir taklit edilebildiği in vivo çalışmaların düşünülebileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Endosequence BC sealer, biyoaktivite, MTA fillapex CHX, MTA, NaOCI, Qmix, EDTA

ABSTRACT

The aim of our study is to examine MTA and bioceramic based root canal sealer's bioactivity and interaction with different irrigation solutions.

In our study 66 caries free permanent single rooted human maxillary premolar and mandibular premolar teeth were used. The teeth were incubated in +4-degree saline solution with 100%moisture before study. The teeth were divided randomly 10 groups, each group had 6 (n=6) and control group (n=6). First off all teeth were separated about 4 mm low from enamel cement junction and about 4 mm above from root tip with diamond drill. Obtained roots, were enlarged and shaped with TF Adaptive NiTi root canal enstruments to ML3. Root cracks a were observed with Zeiss Eyemag 3.5x dental loop. And, standardization was made by Zeiss Eyemag 3.5x dental loop. Before and after instrumentation, teeth were observed under optic magnification for cracks and fracture lines. Root canals were irrigated with 5.25%2.5 ml NaOCI solution in each file change. After preparation procedures, teeth were irrigated with 5.25%2.5 ml NaOCI, saline solution, 17%2.5 ml liquid EDTA, saline solution, 2%2.5 ml CHX respectively. Residual solutions removed from teeth with distilled water. Teeth divided into 10 groups after washed with distilled water.

Groups were on Table 1;

Table 1. Groups which contains final irrigation solutions and root filling materials

GROUP		FINAL IRRIGATION	ROOT CANAL SEALER
11.	Grup 1	%2'lik 2.5 ml CHX	BC sealer
12.	Grup 2	%2'lik 2.5 ml CHX	MTA FILLAPEX
13.	Grup 3	%5'lik 2.5 ml NaOCI	BC sealer
14.	Grup 4	%5'lik 2.5 ml NaOCI	MTA FILLAPEX
15.	Grup 5	%17'lik 2.5 ml EDTA	BC sealer
16.	Grup 6	%17'lik 2.5 ml EDTA	MTA FILLAPEX
17.	Grup 7	Qmix 2.5 ml	BC sealer
18.	Grup 8	Qmix 2.5 ml	MTA FILLAPEX
19.	Grup 9	Distile su 2.5 ml	BC sealer
20.	Grup 10	Distile su 2.5 ml	MTA FILLAPEX

After final irrigation root canals were not dried completely. Each tooth was dried with 2 #25 paper points for standardization.

Mixed and injectable root filling material was applied into finally irrigated root canals. After root canal filling material was applied into canals, for the first setting time, teeth were incubated in 100%relative humidity for 24 hours. Afterwards, teeth were immersed in Eppendorf tubes (Eppendorf, Labosel, Türkiye) filled with phosphate buffered saline. Tubes were stored in room temperature for 14 days. In this period, phosphate buffered saline was replaced in seventh day.

After 14 days, samples were removed from bottles and dried. Then sectioned roots were sectioned mesiodistal direction, through the centre of the canal filling and prepared for the analysis. And then root sections were mounted on aluminium stub. Then, elemental composition was analysed using energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS-EDX). Dentin material interface morphology was observed with scanning electron microscope(SEM).

Because of the statistical analysis, BC Sealer's Ca concentration was statistically superior to MTA Fillapex in the apical and the coronal subgroups when the effect of root canal sealers were compared among themselves. When effect of irrigants compared with each other, distilled water showed the highest values in terms of Ca concentration and the lowest values in %17 of EDTA. No statistically significant difference was found between the groups, with the common effects of root canal sealers and irrigants showing no difference in Ca concentrations. There was no difference in Si concentrations between effect of root canal sealers compared each other. When the effect of irrigants was evaluated among themselves, no difference was observed in terms of Si concentration. When the common effect values of the groups were examined, there was no difference in terms of Si concentration. Per control groups, Ca and Si values were higher in all groups. SEM images shows hyroxyapatite-like occurences were observed in dentin tubules.

Instead of scanning electron microscopy and energy-dispersive x-ray analysis used in our study, it was thought that further studies could be performed using different methods.

Keywords: Endosequence BC sealer, bioactivity, MTA fillapex CHX, MTA, NaOCl, Qmix, EDTA



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, hoşgörüsünü esirgemeyen değerli danışman hocam Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı ve aynı zamanda Endodonti Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Hasan ORUÇOĞLU'na,

Çalışmamın istatistik bölümünde yardımını esirgemeyen Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Hamit COŞKUN'a,

Beraber çalıştığım, fakülte içinde ve dışında vakit geçirdiğim ve tez çalışmamda bana destek olan tüm mesai arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca yanımda olan ve her zaman beni gönülden destekleyen aileme,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

• ONAY SAYFASI.....	ii
• ÖZET.....	iii
• ABSTRACT	vi
• TEŞEKKÜR	ix
• İÇİNDEKİLER	x
• TABLOLAR	xiii
• FOTOĞRAFLAR.....	xiv
• ŞEKİLLER	xv
• SİMGELER VE KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Kök kanalların bakteri invazyonu	4
2.2. Kök kanal irrigasyonu ve yöntemleri	5
2.2.1. Manuel irrigasyon yöntemleri.....	5
2.2.1.1. Manuel Dinamik İrrigasyon.....	6
2.2.2. Sonik ve Ultrasonik İrrigasyon	6
2.2.3. Endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonları.....	7
2.2.3.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl).....	7
2.2.3.2. Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)	9
2.2.3.3. Klorheksidin glukonat.....	10
2.2.3.4. Qmix	11
2.2.4. Kök kanal dolgusunda kullanılan patlar.....	12
2.2.4.1. Kök kanal dolgu maddelerinin gelişimi.....	13
2.2.4.2. Smear tabakası ve kök kanal patları.....	13
2.2.4.3. İrrigantların kanal dolgu patları ile etkileşimleri	13
2.2.4.4. Biyoseramik esaslı kanal dolgu patları	14
2.2.4.4.1. Kalsiyum Fosfat Silikat içerenler	15
2.2.4.4.2. MTA içerenler	16
2.2.5. Biyoaktivite	18
2.2.6. Taramalı elektron mikroskobu	18

2.2.6.1. X-ışını spektrometresi	19
2.2.6.1.1. Enerji dağılımlı X-ışını spektrometresi	20
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	21
3.1. Örneklerin hazırlanması	21
3.1.1. %2'lik CHX ve BC sealer grubu (köklerin %2'lik CHX ile final irrigasyonu ve BC sealer ile dolumu)	22
3.1.2. %2'lik CHX ve MTA Fillapex grubu (köklerin %2'lik CHX ile final irrigasyonu ve MTA Fillapex ile dolumu).....	22
3.1.3. %5.25'lik NaOCI ve BC sealer grubu (köklerin %5.25'lik NaOCI ile final irrigasyonu ve BC sealer ile dolumu)	22
3.1.4. %5.25'lik NaOCI ve MTA Fillapex grubu (köklerin %5.25'lik NaOCI ile final irrigasyonu ve MTA Fillapex ile dolumu)	23
3.1.5. %17'lik EDTA ve BC Sealer grubu (köklerin %17'lik EDTA ile final irrigasyonu ve BC Sealer ile dolumu)	23
3.1.6. %17'lik EDTA ve MTA Fillapex grubu (köklerin %17'lik EDTA ile final irrigasyonu ve MTA Fillapex ile dolumu).....	24
3.1.7. Qmix ve BC Sealer grubu (köklerin Qmix ile final irrigasyonu ve BC Sealer ile dolumu).....	24
3.1.8. Qmix ve MTA Fillapex grubu (köklerin Qmix ile final Irrigasyonu ve MTA Fillapex ile dolumu).....	24
3.1.9. Distile su ve BC Sealer grubu (köklerin Qmix ile final Irrigasyonu ve BC Sealer ile dolumu)	25
3.1.10. Distile su ve MTA Fillapex grubu (köklerin Qmix ile Final irrigasyonu ve MTA Fillapex ile dolumu).....	25
3.1.11. Kontrol grubu	26
3.2. Örneklerin Kırılması.....	26
3.3. SEM-EDS analizi	28
3.4. İstatistiksel analiz	30
4. BULGULAR	31
4.1. Elektron mikroskobu(SEM) görüntüleri	31
4.2. Enerji dağılımlı X-ray spektroskopisi bulguları.....	37
4.3. İstatistik bulgular	40

5. TARTIŞMA	54
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	67
7. KAYNAKLAR	68
8. ÖZGEÇMİŞ.....	76



TABLÖLAR

Tablo	Sayfa
1. Gruplarda kullanılan final irrigasyon solüsyonları ve kanal dolgu patları.....	iv
4.1. İrrigantlar, kanal patları, irrigant ve kanal patlarının birlikte kullanımının atomik Ca yüzdesi üzerine etkisinin çift yönlü varyans analizi sonuçları.....	41
4.2. Deney gruplarında yer alan atomik Ca yüzdesi ortalama değerleri	41
4.3. Kontrol gruplarında yer alan Ca iyonu yüzdesi ortalama değerleri	41
4.4. İrrigantların hesaplanmış marjinal ortalama Ca yüzdesi değerleri	43
4.5. Kanal patlarından bağımsız olarak; irrigasyon solüsyonlarının atomik Ca yüzdesi değerlerinin Tukey HSD testi ile ikili olarak karşılaştırılması.....	44
4.6. Kanal patlarının hesaplanmış marjinal ortalama atomik Ca yüzdesi değerleri	45
4.7. İrrigasyon solüsyonlarından bağımsız olarak; kanal patlarının apikal ve kuronaldeki atomik Ca yüzdesi ortalamalarının ikili karşılaştırılması.....	46
Tablo 4.8. İrrigantlar, kanal patları, irrigant ve kanal patlarının birlikte kullanımının atomik Si yüzdesi üzerine etkisinin çift yönlü varyans analizi sonuçları.....	47
4.9. Deney gruplarında yer alan atomik Si yüzdesi ortalama değerleri	47
4.10. Kontrol gruplarında yer alan atomik Si yüzdesi değerleri	47
4.11. İrrigantların hesaplanmış marjinal ortalama Si yüzdesi değerleri.....	50
4.12. Kanal patlarından bağımsız olarak; irrigasyon solüsyonlarının Si yüzdesi ortalamalarının Tukey HSD testi ile ikili olarak karşılaştırılması	50
4.13. Kanal patlarının hesaplanmış marjinal ortalama Si yüzdesi değerleri.....	52
4.14. İrrigasyon solüsyonlarından bağımsız olarak; kanal patlarının apikal ve kuronaldeki atomik Si yüzdesi ortalamalarının ikili karşılaştırılması	52
5.1. Çalışmamızda kullanılan kanal patlarının içerikleri	65

FOTOĞRAFLAR

Fotoğraf	Sayfa
3.1. Dolumları yapılmış örnekler	26
3.2. Fosfatlı salin ile dolu eppendorf tüpündeki örnekler	26
3.3. Örneklerin siman spatülü yardımı ile vertikal olarak 2 parçaya ayrılması.	27
3.4. Kırma işleminden sonra örnekler	27
3.5. Görüntüleme ve elementel analizlerin yapıldığı Quanta FEG 250 cihazı.....	28
3.6. Örneklerin görüntüleme ve analiz için cihaza yerleştirilmesi.....	29
3.7. Örneklerin cihaz tablasındaki konumu ve sabitlenmesi.....	29
4.1. Grup 1 (BC sealer + CHX) örneklerinin apikal ve kuralden alınmış SEM görüntüleri	31
4.2. Grup 2 (MTA Fillapex + CHX) örneklerinin apikal ve kuralden alınmış SEM görüntüleri	32
4.3. Grup 3 (BC Sealer + NaOCI) örneklerinin apikal ve kuralden alınmış SEM görüntüleri	32
4.4. Grup 4 (MTA Fillapex + NaOCI) örneklerinin apikal ve kuralden alınmış SEM görüntüleri	33
4.5. Grup 5 (BC Sealer + EDTA) örneklerinin apikal ve kuralden alınmış SEM görüntüleri	33
4.6. Grup 6 (MTA Fillapex + EDTA) örneklerinin apikal ve kuralden alınmış SEM görüntüleri	34
4.7. Grup 7 (BC Sealer + Qmix) örneklerinin apikal ve kuralden alınmış SEM görüntüleri	35
4.8. Grup 8 (MTA Fillapex + Qmix) örneklerinin apikal ve kuralden alınmış SEM görüntüleri	35
4.9. Grup 9 (BC Sealer + Distile Su) örneklerinin apikal ve kuralden alınmış SEM görüntüleri	36
4.10. Grup 10 (MTA Fillapex + Distile Su) örneklerinin apikal ve kuralden alınmış SEM görüntüleri	36

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Enerji dağılımlı x ışını spektrometresi çalışma prensibi	20
4.1. Grup 1 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu	37
4.2. Grup 2 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu	38
4.3. Grup 3 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu	38
4.4. Grup 4 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu	38
4.5. Grup 5 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu	39
4.6. Grup 6 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu	39
4.7. Grup 7 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu	39
4.8. Grup 8 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu	39
4.9. Grup 9 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu	40
4.10. Grup 10 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu	40

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µm	Mikrometre
ark.	Arkadaşları
CHX	Klorheksidin
EDS	Enerji dağılımlı spektrometre
EDTA	Etilendiamintetraasetik Asit
EPMA	Elektron- prob mikroanalizör
Er: YAG	Erbium: Yttrium-Aluminyum-Garnet
ml	Mililitre
MTA	Mineral trioxide aggregate
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
NiTi	Nikel Titanyum
nm	Nanometre
pH	Hidrojenin Gücü (Power of Hydrogen)
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscopy)
W	Watt
XRD	X ışını difraktometresi

1. GİRİŞ

Kök kanalının bakteriyel enfeksiyonu ve hermetik olarak kapatılmamış kanallar, pulpal ve periapikal lezyonların ana etyolojik faktörleridir. Kök kanal tedavisinin öncelikli amacı, dezenfekte edilmiş kök kanal sistemini hermetik olarak kapatmaktır. Kompleks kök kanal yapısı sebebiyle, kök kanallarını dezenfekte edip hermetik olarak kapatmak zordur (1).

İyi bir kanal tedavisinin başarı oranı %85-%90 arasındadır (2, 3). Bununla birlikte kanal tedavisinden sonra iyileşmeyen kök kanallarında mikroorganizma varlığı tespit edilmiştir. Kök kanallarındaki mikroorganizma varlığına, inatçı mikroorganizmalar ve kök kanal dentinindeki sızıntı neden olabilmektedir (1, 4). Kök kanal dentinindeki bu sızıntı araştırmacıları farklı kök kanal dolgu patları denemeye yönlendirmiştir. Biyoaktivite özelliği olan biyoseramik esaslı kanal dolgu patları bu sebeple son yıllarda ilgi görmeye başlamıştır.

Biyoseramik içeren patların en belirgin özelliği biyoaktif olmalarıdır. Biyoaktivite; materyallerin canlı dokularda reaksiyon oluşturma yeteneği olarak tanımlanmıştır (5). Ayrıca biyoaktif materyallerin dokularda biyolojik yanıt oluşturarak, kimyasal bağ oluşumunu indükleme yeteneğine sahip olmaları gerektiğini bildirilmiştir (6). Seramikler ve biyoaktif camlarla, vücut sıvıları ve vücut sıvılarını taklit eden solüsyonların etkileşimi sonucu hidroksiapatit kristalleri oluşumu indüklenmektedir. Böylece sert doku rejenerasyonu gerçekleştirilmektedir.

Biyoseramik esaslı materyaller endodontik tedavide tamir materyali ve kök kanal patı olarak kullanılmıştır (7, 8). EndoSequence BC Sealer (BC sealer; Brasseler, Savannah, GA, USA) bu tip kök kanal patlarından biridir. Bu kök kanal patı daha önceden karıştırılıp enjekte edilebilir formda sunulmaktadır. Ayrıca sertleşme reaksiyonunda dentindeki doğal nemi kullanmaktadır (9). Yapılan çalışmalarda Endosequence BC sealer'in kök kanal doldurma materyali olarak birçok

iyi özellikleri olduğu rapor edilmiştir. Bu materyal dentine bağlanma, biyouyumluluk, antibakteriyel aktivite ve iyi tıkama özellikleri göstermektedir (10-12). Bu materyal bileşiminde zirkonyum oksit, kalsiyum silikat, monobazik kalsiyum fosfat, kalsiyum hidroksit, doldurucu ve inceltici ajanlar içerir (13). Endosequence BC sealer aynı zamanda dentin tübülleri gibi ortamlarda sertleşmesi için tasarlanmıştır(14).Dentin ve dentin tübüllerindeki sıvıyı kullanarak sertleşen bir materyaldir (9, 10).Bu materyalin sertleşme süresi dentin tübüllerindeki nem miktarına göre 4 saatten,çok kuru kanallarda 10 saate kadar değişkenlik gösterebilir (21). Ayrıca bu kanal patı yüksek alkalın ph özelliğinden dolayı sertleşme reaksiyonu sırasında antibakteriyel özellik gösterir (12).

MTA Torabinejad tarafından 90'lı yıllarda bulunmuştur (15). MTA'nın ana bileşenleri trikalsiyum oksit, trikalsiyum silikat, bizmut oksit, trikalsiyum aluminat, trikalsiyum oksit, tetrakalsiyum aluminoferrit ve silikat oksittir. Kalsiyum silikat nem, kan ve vücut sıvısında sertleşebilen bir materyaldir (6, 16, 17). MTA'nın ana kanal forameninin kapanmasını inflamatuvar hücreler olmaksızın yeni sement oluşumuyla indüklediğini bildiren çalışmalar mevcuttur (18). MTA'nın apikal ve periapikal dokulardaki tıkama yeteneği bu materyalin kök kanal patı olarak kullanılabileceğini göstermiştir (19). MTA kök kanal patı olarak kullanıldığında, fosfat varlığında dentin duvarları arasında yüzeylerarası yapışkan tabaka formu oluşturabilir. Bu yapışkan tabaka X-ray ve taramalı elektron mikroskobu analizlerinde hidroksilapatit yapısında gözükmeştir. Nem varlığı sertleşme reaksiyonu için gereklidir. Aynı zamanda apatit oluşumunda biyoaktif süreci indükler(20, 21). Hidrasyon reaksiyonundan poröz kalsiyum silikat hidrat, kolloidal jel, kalsiyum hidroksit, heksakalsiyum aluminat trisülfat hidrat ve kalsiyum monosulfoalüminat gibi çeşitli ürünler çıkar. Poröz kalsiyum silikat hidrat 4 6 saat içinde katılaşı ve birkaç gün içinde sertleşir(17). Bu uzun sertleşme zamanı MTA'nın geliştirilmiş tıkama yeteneği ile alakalı olabilir. MTA Fillapex'te, MTA'nın hidrofiliklik, sert doku oluşturma, biyoaktivite, biyouyumluluk gibi özelliklerinin kanal patlarında kullanılması için üretilmiş bir kanal patıdır.

Geçmişten günümüze kök kanal irrigasyonunda çeşitli solüsyonlar kullanılmıştır. NaOCI %0,5 ve %6 konsantrasyonları arasında yaygın olarak kullanılan bir irrigasyon ajanıdır. NaOCI güçlü bir antimikrobiyal ajandır, çoğu bakteriyi direk temas ile öldürür. Ayrıca dentinin organik bileşenleri olan pulpal kalıntıları ve kollajeni efektif olarak çözer. Sodyum hipoklorit rutin kullanımda nekrotik ve vital organik dokuları çözen tek kök kanal irriganıdır (22). Sodyum hipoklorit sadece organik materyallere karşı aktiftir. EDTA, hidroksiapatit dahil inorganik materyalleri efektif olarak çözer (23-25). EDTA genellikle %17'lik nötr solüsyon olarak kullanılır. Smear tabakasının EDTA ile kaldırılması derin dentin tabakasında lokal olarak kullanılan irrigasyon ajanlarının antibakteriyel etkisini arttırır (26, 27). Bunların dışında klorheksidin diglukonat (CHX) iyi antibakteriyel aktiviteye sahip olması sebebiyle diş hekimliğinde kullanılmaktadır. Endodontide irrigasyon solüsyonu olarak popülerlik kazanmıştır. Klorheksidin diglukonatın doku çözme yeteneği yoktur, bu yüzden sodyum hipokloritin yerine kullanılamaz. Klorheksidin diglukonat EDTA'dan sonra kullanıldığında NaOCI gibi dentin erozyonuna sebep olmaz, bu sebeple kimyasal ve mekanik preparasyondan genişletilmiş antibakteriyel etki için kullanılması iyi bir seçenek olabilir (28).

Endodontik irrigasyon solüsyonlarının üstün özelliklerini birleştirmek için son yıllarda kombine kanal patları üretimi fikri doğmuştur. EDTA ve CHX'in irrigasyonda etkili olduğu yönler gözönünde bulundurularak Qmix geliştirilmiştir. Qmix, EDTA'nın inorganik çözücü özelliğini ve CHX'in geniş spektrumlu antibakteriyel etkinliğini yapısında taşımaktadır. (29)

Verdiğimiz bilgiler ışığında, kanalda kullanılan final irrigasyon solüsyonu ile biyoseramik esaslı kanal patları arasındaki etkileşimin, kanalların hermetik olarak doldurulmasında ve biyoaktivite yönünden önem arzettiğini söyleyebiliriz. Bu düşünceye paralel olarak çalışmamızın amacı; irrigasyon solüsyonları ile kanal patları arasındaki ilişkiyi biyoaktiviteye etkileri açısından incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök kanallarına bakteri invazyonu ve kök kanal tedavisi

1890 yılında Miller, dentin kanalcıklarında bakteri invazyonunu ilk kez göstermiştir ve kok ve çubukların dentin kanal mikro florasını oluşturduğunu bildirmiştir (30). Keyes, zengin diyetle beslenen steril hayvanlarda diş çürüğü oluşmadığını ortaya çıkarmıştır (31). Kakehashi ve ark. molar dişleri ağız ortamına açık hale getirilmiş ratlarda, bakteri varlığında steril ağız ortamına sahip ratların tersine pulpa ve periapikal hastalıkların oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Steril ratlarda ağız ortamına açılan pulpa sağlıklı kalmıştır ve dentin tamiri başlamıştır (32). Bu çalışmalar ışığında pulpa ve periapikal hastalıkların gelişmesindeki etkenin bakteriler olduğu kesinleşmiştir (33).

Kök kanal sistemine çok çeşitli bakteri türleri invaze olmaktadır. Diş pulpasına bakteri istilası birkaç gün içinde tamamlanabilmektedir. Bakteriler pulpa odasında pulpodentinal membranı izlerler ve kanal ağızına gelirler. Pulpa merkezi dekontamine kalabilir ve iltihabi cevaplar, eksuda birikimi ile bu duruma cevap verebilir. Dış kaynaklı etkenler giderilmez ise iltihapsal reaksiyon pulpa alt tabakalarına yayılır. Kök kanalı içerisinde bakteriler, kanalın vestibül ve lingual/palatinal duvarları boyunca yol alırlar. Bakteriler kanal duvarlarında yığılmış kümeler halinde tutunurlar. Bu yapılar içinde birden fazla bakteri cinsi bulunmaktadır. Pulpa merkezi dekontamine kalabilir ve iltihabi cevaplar, eksuda birikimi ile bu duruma cevap verebilir. Dış kaynaklı etkenler giderilmez ise iltihapsal reaksiyon pulpa alt tabakalarına yayılır. Bu kanalcıklara yerleşmiş mikroorganizmalar kök kanalı çevre dokular ve tekrarlayan enfeksiyonlar için etken oluştururlar (34).

Kanal tedavisinin temel amacı tamamen dezenfekte edilmiş kök kanallarının hermetik olarak kapatılmasıdır. Böylece kök kanal sistemi içerisinde mikroorganizma oluşumu önlenecektir. Fakat kök kanal sisteminin kompleks

yapısından dolayı tamamen dezenfekte edip hermetik olarak kapatma işlemi zordur (1). Kök kanalı içerisinde, özellikle apikal 3'lüde birçok yan kanallar bulunmaktadır. Kanallar dar ve çok fazla olduğu için tam olarak kapatılması ve dezenfekte edilmesi oldukça zordur. Bu kanalları mikroorganizmalardan arındırmak için mekanik şekillendirmenin yanı sıra çeşitli irrigasyon solüsyonları kullanılmaktadır. Aynı zamanda solüsyonlara ek olarak, farklı yıkama teknikleri ve ultrasonik irrigasyon kullanılmaktadır (35).

2.2. Kök kanal irrigasyonu ve yöntemleri

Kök kanal irrigasyonunun temel amacı kök kanal sistemini mikroorganizmalardan tamamen arındırmaktır. Organik ve inorganik debrislerin uzaklaştırılması mikroorganizmaların beslenmesini güçleştirmekte ve böylece sayı ve tiplerini azaltmaktadır. Ayrıca kök kanal sistemindeki artık organik materyal eritilmektedir. Kanal aletleri, irrigasyon solüsyonlarının sağladığı lubrikasyon etkisi ile kanal içinde daha kolay hareket edebilmektedir. Kanal preparasyonu sonrası oluşan dentin talaşları pulpa odasına hareket ederek aspirasyonla uzaklaştırılır ve apekte birikmesi önlenir. Aynı zamanda mekanik preparasyon ile ulaşılamayan alanlara ulaşılması sağlanır (34).

2.2.1. Manuel irrigasyon yöntemleri

Manuel irrigasyon yöntemleri diş hekimleri ve endodonti uzmanları tarafından rutinde en çok kullanılan yöntemlerdir. Bu tip irrigasyonda kanüller, fırçalar vb. birçok değişik alet kullanılabilir. (34).

Kanülle yapılan irrigasyonda farklı kanüller kullanılabilir. Ucu açık kanüller irriganı ucundan püskürtürken, ucu kapalı yandan delik açılmış kanüller irriganı yandan püskürtürler (36). Ucu kapalı yandan delikli olan bu kanüller ile hidrodinamik aktivitenin artırılması ve apikal ekstruzyon ihtimalinin azaltılması amaçlanmıştır(37). Teknik uygulanırken kanülün kanal içinde sıkışması engellenmelidir. İrrigant kanalda yükselerek daha fazla debris koronale doğru getirir

ve periapikal ekstrüzyon ihtimali azalır. Kanül ile penetrasyon ve irrigant miktarı kontrol edilebilir.

Tekniğin mekanik yıkama etkisinin azlığı ve kanal düzensizliklerine ulaşamaması, bu bölgelerde bakteri ve debris birikimine neden olabilmektedir. Ram isimli araştırmacı yaptığı bir çalışmada irrigasyon solüsyonunun kanül ucu derinliğinden sadece 1 mm derine gidebildiğini göstermiştir(38). Kanül ucu dar kanallarda koronal üçlüde veya iyi ihtimalle geniş kanallarda orta üçlüde sonlanmakta, bu sebeple irrigasyon solüsyon derinliği ve dentin tübüllerinin dezenfeksiyon etkinliği sınırlı olabilmektedir (39).

2.2.1.1. Manuel Dinamik İrrigasyon

Kanal duvarları ile etkileşimde olamayan bir irrigantı etkili olabilmesi güçtür. Kapalı uçlu bir kanülden sıvı çıkışı esnasında hava sıkışması sıklıkla karşımıza çıkabilir. Sıkışan bu havaya buhar tıkaçı denilmektedir(40). Buhar tıkaçı etkisi sebebiyle irriganların apikal bölgeye ulaşmazı zorlaşır. Prepare edilmiş kanallarda uygun güta perkanın aşağı yukarı hareket ettirilmesi ile oluşturulan hidrodinamik etki ile buhar tıkaçı, irriganla yer değiştirebilir. Huang ve arkadaşları yaptıkları çalışmada manuel- dinamik irrigasyonu otomatik dinamik irrigasyona (RinsEndo) göre daha etkili bulmuşlardır. Güta-perkanın kanalda itme-çekme hareketi esnasında otomatik dinamik irrigasyona göre yüksek basınç değişiklikleri oluşturması sıvının fiziksel olarak daha fazla yer değiştirmesini sağlamaktadır(41).

Teknolojik gelişmeler ile birlikte rutinde kullanılan manuel irrigasyon yanında, sonik ve ultrasonik cihazlar ile yapılan irrigasyonda yaygınlaşmıştır.

2.2.2. Sonik ve ultrasonik irrigasyon

Sonik aletler endodontik tedavide 1980'lerde kullanılmaya başlanmıştır. Ultrasonik aletler ise periodontolojide uzun zaman önce kullanılmaya başlanmıştı. Sonik enerjiye göre ultrasonik enerji daha yüksek frekans ve düşük amplitüd oluşturmaktadır. Eğeler 20-25 khz ultrasonik frekansta oskilasyon yaparlar. Eğeler

transvers bir vibrasyon oluşturur ve irriganın kanal içerisinde etkili bir biçimde dağılmasını sağlarlar. Böylece irrigan yan kanallar dahil birçok alana dağılarak irrigasyonun etkisini artırır. Ultrasonik irrigasyon ve enstrumantasyon kombinasyonu ve enstrumansız ultrasonik irrigasyon (pasif ultrasonik irrigasyon) olarak ayrılırlar. Bu iki teknik arasında bazı çalışmalarda farklılık bulunurken, bir kısmında ise belirgin bir farklılık görülmemiştir (42, 43)

UI sırasında dentin kesimi olabilir ve kanal şeklinde değişiklikler olabilir. Düzensiz kanallarda perforasyon görülme ihtimali vardır. Bundan dolayı UI konvansiyonel el entrumantasyonuna alternatif değildir (40).

Endodontik tedavide, irrigasyon tipleri kadar önemli olan faktör ise kullanılan irrigasyon solüsyonları ve özellikleridir.

2.2.3. Endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonları

2.2.3.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Hipoklorit solüsyonları, 18. yy'da ilk geliştirildiğinde beyazlatma ajanı olarak kullanılmaktaydı. 19. yy'da enfeksiyon hastalıklarında kullanılmaya başlandı. 1. Dünya savaşında Dakin adlı kimyacı, NaOCl'in bütün mikroorganizmaları öldürdüğünü, sporlar ve virüslere karşı da etkili olduğunu, ayrıca nekrotik ve vital dokular üzerinde çözücü etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu özellikleri sebebiyle NaOCl, endodontide 1920'lerin başından itibaren kullanılmaya başlanmıştır (44). 1996 yılında yapılan bir çalışmada kök kanal tedavisinde NaOCl'in Amerika'da en çok tercih edilen irrigasyon solüsyonu olduğu belirtilmiştir (45).

NaOCl organik artıklara karşı iyi bir çözücü etki gösterir. Antiseptiktir ve düşük yüzey gerilimi nedeniyle dentin duvarlarına kolayca diffüze olabilir. Kolay bulunup ucuz olması da bu solüsyonun başlıca tercih edilme nedenlerinden biridir. Endodontide kullanılan NaOCl'in konsantrasyonları %0,5 ile %5,25 arası değişmektedir. (34). Siqueira ve ark., yaptıkları bir in vitro çalışmada %1, %2,5, %5,25'lik konsantrasyonlarındaki NaOCl solüsyonunun E. Faecalis üzerindeki

antibakteriyel etkinliğini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucuna göre; enfekte kök kanalında kullanılan üç ayrı NaOCl konsantrasyonunun antibakteriyel etkinliği arasında bir fark olmadığını, ancak irrigasyon solüsyonunun konsantrasyonu arttıkça antibakteriyel etkinlik hızının arttığını göstermişlerdir (46).

NaOCl'in antibakteriyel etkinliğini açıklayan iki temel görüş vardır (47). İlk görüşe göre; solüsyonun dezenfektan etkinliği, içerisindeki tepkimeye girmemiş hipoklorit asit miktarına bağlıdır. NaOCl, su içinde Na^+ ve hipoklorit (OCl^-) iyonlarına ayrışır. OCl^- iyonu denge kurarak hipoklorit asite dönüşür (HOCl). Hipoklorit asit, bakteri inaktivasyonundan sorumludur. OCl^- iyonu çözünmemiş hipoklorit asitten daha az etkilidir. Hipoklorit asit, oksidatif enzimleri ve diğer membran proteinlerini parçalar (48). İkinci görüşe göre ise; solüsyonun antibakteriyel etkinliği, hücre proteinlerini hidrolize ve okside etmesi yeteneğinin yanı sıra, hipertonicliğinden dolayı bir miktar hücre içi sıvının osmotik olarak hücre dışına çıkmasına bağlıdır. Yaklaşık pH değeri 11-12 olan NaOCl, doku proteinleri ile teması geçtiğinde çok kısa bir süre içinde nitrojen, formaldehit ve asetaldehit oluşur ve peptit bağlarının yıkımı ile de proteinlerin çözünmesi meydana gelir. Bu reaksiyon sırasında, amino grubundaki hidrojen, klorin ile yer değiştirerek kloramin oluşur. Kloramin ise NaOCl'in antimikrobiyal aktivitesinde önemli rol oynar. Nekrotik doku ve pü formasyonu bu şekilde eriyerek antibakteriyel ajanın enfekte bölgelere ulaşmasını ve bu bölgelerin daha iyi bir şekilde temizlenmesini sağlar (47).

NaOCl, pulpa artıklarını ve dentinin organik komponentlerini etkili çözme yetisine sahiptir. Düşük konsantrasyonlarında bile bakterileri elimine edebilir. Dirençli mikroorganizmaların NaOCl'in %0,5'lik ve %5'lik solüsyonlarında 30 sn içinde öldüğü gösterilmiştir (49).

Kemomekanik preparasyon esnasında bir miktar NaOCl, periradiküler dokulara çıkabilmekte ve doku hasarına neden olabilmektedir (50). Literatürde; periapikal dokular, göz, maksiller sinüs gibi çevre doku ve organlarda NaOCl'in teması sonucu gelişen, şiddetli ağrılara ve şişliklere sebep olan doku yıkımları rapor

edilmiştir (28, 51). Ayrıca, NaOCl'in, inorganik doku çözmedeki yetersizliği de diğer bir dezavantajdır (52).

NaOCl'in dezavantajları sebebiyle endodontide irrigasyon solüsyonu olarak özellikleri daha iyi olan alternatif solüsyonlar araştırılmış ve son yıllarda NaOCl yerine kullanılabilecek çeşitli irrigasyon solüsyonlarının kullanımı gündeme gelmiştir.

2.2.3.2. Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)

Şelasyon yapıcı ajanlar; dentin dokusu, smear tabakası ve kök kanal duvarlarındaki kalsifiye artıklarla reaksiyona girerek çözünebilen kalsiyum şelatları oluşturmaktadır (53). Şelatlar, yüzük şekilli bağlar sonucunda metal iyonları ile organik maddeler arasında oluşan kısmen kararlı bileşiklerdir (52). Endodontide en çok tercih edilen şelasyon yapıcı ajanlarından biri EDTA'dır (54). EDTA, 1957'den bu yana irrigasyon solüsyonu olarak endodontide tercih edilmektedir. EDTA (%17'lik disodyum tuzu), düşük antibakteriyel aktiviteye sahiptir. EDTA'nın temas süresi uzadığında, bazı bakterilerin hücre zarında bulunan metal iyonlarıyla birleşerek bakterilerin ölümüne neden olmaktadır (49). Bu durum, EDTA'nın sınırlı antibakteriyel kapasitesine rağmen kanal içi mikroorganizmaların azalmasında serum fizyolojiğe göre daha etkili olduğunu göstermektedir(55).

Smear tabakası organik ve inorganik yapıları bir arada bulunduran bir tabakadır. Bu yüzden, smear tabakasını demineralize edecek tek bir solüsyon olmadığı için organik ve inorganik çözücülerin birlikte kullanımı gerekmektedir. EDTA, etkisini smear tabakasının inorganik komponentlerini eriterek gösterdiğinden organik artıkların uzaklaştırılması aşamasında %0,5- %5,25'lik NaOCl ile kombine kullanımı birçok araştırmacı tarafından önerilmiştir (25, 56, 57).

Smear tabakasının mikrosızıntı üzerine etkisi endodonti literatüründe geniş yer tutar. Smear tabakasının uzaklaştırılmasının apikal sızıntıyı azalttığını belirten çalışmalar olmasına rağmen, EDTA ile yapılan uygulama sonucunda dentin-dolgu

ara yüzeyinde şelasyona uğramış bir dentin tabakası kalabilir. Dentin tübülleri içerisinde kalan artık EDTA da devam eden bir demineralizasyona yol açarak apikal sızıntının daha da artmasına neden olabilmektedir (47, 58).

Bunların yanısıra EDTA uygulaması kanal dolgu maddelerinin ve adeziv dolguların dişlere bağlanma kapasitesinde azalmaya yol açabilir (59).

2.2.3.3. Klorheksidin glukonat

Kimyasal formu katyonik bis-biguanid olan klorheksidin, piyasada en çok glukonat tuzları halinde bulunur. 1953 yılından beri tıp bilimlerinde kullanılmaktadır. Dişhekimliğinde en çok klorheksidin diglukonat halinde kullanılır. 5,5-7,0 pH'a sahiptir. Klorheksidin diglukonat geniş spektrumlu bir antibakteriyel ajandır. Mikroorganizmaların hücre duvarlarını absorbe ederek ve interselüler komponentlerin dışarı çıkmasını sağlayarak etki gösterir. Düşük konsantrasyonlarda bakteriyostatik, yüksek konsantrasyonlarda ise bakterisit etki gösterir (47, 60). Klorheksidin uzun süreli antibakteriyel etki gösterir; çünkü klorheksidin molekülleri 24 saat boyunca yavaş salınım gösterir (61, 62). Klorheksidin, antimikrobiyal etkinliği, antimikrobiyal etkinliğini sürdürebilirliği, biyouyumluluğu, bakteriyel lipopolisakkaritlere etkisi, tadı ve kokusunun hastalar tarafından tolere edilebilir olması, sodyum hipoklorite olan alternatifliği ile araştırmacılar tarafından yıllarca değerlendirilmiştir(63, 64). Klorheksidin, bahsi geçen yararlı özelliklerinden dolayı birçok araştırmacı tarafından kanal irrigasyon maddesi olarak önerilmiştir. Bununla beraber dokuları çözmede yetersizliği en büyük problemlerden biridir (65). Kimyasal-mekanik preparasyon sırasında kullanılan irrigasyon maddeleri genel olarak likit formdadır. Bazı araştırmacılar, klorheksidin jel gibi viskoz yapıdaki irrigatörlerin lubrikant özelliklerinin daha iyi olduğunu ve antimikrobiyal özelliklerinin artmış olduğunu belirtmektedirler. Bununla beraber, bu viskoz materyallerin suda az çözünmesi dentin duvarlarında rezidüel artıkların kalmasına sebep olabileceğini ve bunun da kök kanal sisteminin final tıkama işleminde problem oluşturabileceğini bildirmişlerdir (66). Klorheksidin diglukonatın jel hali dişhekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Karies kontrolünde Streptococcus

mutans ve *Lactobacillus* yapılarını azalttığı tespit edilmiştir (67). Yine periodontal tedavilerde, gram pozitif ve gram negatif bakterilerin kontrol altına alınmasında da sıklıkla kullanılmaktadırlar. *Enterococcus faecalis*, klorheksidine oldukça duyarlıdır (68). Klorheksidin, preoperatif ve postoperatif apikal girişimlerde ve periodontal cerrahi alanlarında da sıklıkla kullanılmaktadır %0,05'lik klorheksidin'e kıyasla, %0,1'lik klorheksidinin kullanıldığı hem in-vivo hem de in-vitro birçok araştırmada, dokularda iyileşme ve daha az toksik ve doku irritasyonu rapor edilmiştir (69).

Yamashita ve ark, yaptıkları bir araştırmada kök kanallarını servikal, orta ve apikal üçlü olarak bölgelere ayırmışlar ve çeşitli irrigasyon solüsyonlarının bu bölgelerdeki etkinliklerini incelemişlerdir. 4 gruba ayırdıkları örnekleri, serum fizyolojik; %2'lik klorheksidin; %2,5'lik NaOCl ve %2,5'lik NaOCl+EDTA ile irriye etmişler ve elektron mikroskobu ile incelemeye tabi tutmuşlardır. Örnekler, uzaklaştırılan debrise ve açılan tübül sayısına göre skorlanmıştır. Araştırmacılar en iyi temizliği %2,5'lik NaOCl+EDTA ile elde etmişlerdir. Bunu %2,5'lik NaOCl'nin yalnız kullanımı takip etmektedir. %2'lik klorheksidin benzere yakın bir etkinliği, sadece servikal üçlüde gösterebilmiştir. Klorheksidin, tüm kök üçlü bölgelerinde ise NaOCl ve NaOCl+EDTA irrigatörlerine göre daha zayıf bulunmuştur. Serum fizyolojik ile klorheksidin arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır (70).

CHX, EDTA ve NaOCl gibi irrigasyon solüsyonlarının üstün özelliklerinden faydalanmak amacı ile son yıllarda kombine kullanım imkânı sunan birtakım karıştırılmış solüsyonlar geliştirilmiş olup günümüzde gittikçe yaygınlaşmaktadır.

2.2.3.4. Qmix

Günümüze dek smear tabakasındaki organik ve inorganik dokuyu aynı anda çözen bir irrigasyon solüsyonu geliştirilememiştir. Çeşitli çalışmalarda irrigasyon solüsyonlarının kombine edilerek kullanılması önerilmiştir (71, 72). Bu yüzden diş hekimliğinde kombine irrigasyon solüsyonları üretimi başlamıştır. Qmix; EDTA, CHX, deterjan ve su içeren bir materyaldir. Bu irrigan özel tescilli formülü ile

hazırlanmıştır ve tek uygulamada smear tabakasını uzaklaştırdığı, E. faecalis gibi inatçı bakterileri öldürdüğü gösterilmiştir. Ayrıca Qmix final solüsyon olarak kullanıldığında artık NaOCI ile etkileşip çökelti oluşturmaz ve temiz, smear tabakası olmayan dentine, bakterileri öldürmek için penetre olabilme yeteneği vardır. Böylece EDTA'nın smear tabakasını çıkarabilme etkinliği ve CHX'in antimikrobiyal ve substantivite özelliklerinden yararlanılması amaçlanmaktadır. Qmix, içerisindeki deterjan sayesinde düşük yüzey gerilimi özelliği göstermektedir (73).

Yapılan çalışmalarda QMix'in EDTA ile aynı derecede smear tabakası kaldırma kapasitesi olduğunu, biyofilm ve E. Faecalis bakterisinin eliminasyonunda CHX'e göre çok daha iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir (73).

EDTA ve CHX karışımı beyaz çökelti oluşturmaya sebep olur (74). Qmix'in kimyasal dizaynı sayesinde çökelti oluşması önlenmiştir. Ayrıca NaOCI ile CHX arasındaki etkileşimden doğan karsinojenik çökelti Qmix'te görülmemektedir (75).

İrrigasyon solüsyonlarının kullanımından sonraki aşamada açılan dentin tübüllerini kapatmak için çok çeşitli kanal dolgu patları geliştirilmiştir. Böylece hermetik kapatmanın kusursuz olması hedeflenmiştir.

2.2.4. Kök kanal dolgusunda kullanılan patlar

Kök kanal tedavisinde irrigasyon işleminden sonraki aşama, kanalların kurutulup toksik olmayan dolgu ve patlar ile tıkanmasıdır. Genellikle kök kanal boşluğunun tamamı guta-perka ile tıkanır ve geride kalan boşluklar da pat veya siman ile doldurulur. Kök kanal dolgu patlarının ana amacı kanal içindeki düzensizlikleri doldurmak ve guta-perkanın uyumunu arttırmaktır. Guta-perka gibi katı materyaller kanal içine yerleştirildiğinde materyal kök kanal sistemi ile uyumlu olduğu halde mutlaka bir miktar boşluk kalacaktır. Bu sebeple katı materyallerin yarı katı materyaller ile kullanılması önerilmektedir (34).

2.2.4.1. Kök kanal dolgu maddelerinin gelişimi

Kök kanal dolgu maddelerinin gelişiminde günümüze kadar farklı yollar izlenmiştir. ABD’de sunulan materyallerde tıkama özelliği ve biyouygunluk öne çıkarken Orta Avrupa’da ise donmayan, absorbe olabilen antibakteriyel formüller veya donma özelliği olan patlar öne sürülmüştür. Kalsiyum hidroksit içeren patların çıkışı bu antibakteriyel terapötik görüşün devamıdır (34).

Günümüzde kanal duvarı boyunca istenen düzeyde bir örtücülük sağlayamamasına rağmen kanal dolumunda ağırlıklı olarak geleneksel guta-perka ve kanal patları kullanılmaktadır. Guta-perkanın dentin duvarı, çinko oksit ojenol, epoksi rezin, kalsiyum hidroksit ve cam iyonomer esaslı patlara kimyasal olarak bağlanması mümkün değildir. Bu nedenle kanal içinde monoblok bir dolgu oluşturulamaz. Adeziv teknolojideki gelişmelerden yararlanılarak kök kanal duvarlarına bağlanma, monoblok oluşturma, apikal ve koronal sızıntının azaltılması ve dişlere direnç kazandırılması hedeflenmektedir (34).

2.2.4.2 Smear tabakası ve kök kanal patları

Smear tabakası adeziv sistemlerin kök dentinine bağlanmasındaki en büyük sorunlardan biridir. Smear tabakası zayıf bir yapıştırıcıdır ve geçirgen bir yapıdadır. Kısa sürede parçalanarak dolgu maddesi ve kanal duvarı arasında boşluğa sebep olabilmektedir. Smear tabakasının kaldırılmasının kanal patlarının dentine penetrasyonunu arttırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur (76). Smear tabakasının kaldırılmasının mikrosızıntı üzerine etkilerini araştıran birçok araştırmacı da farklı sonuçlarla karşılaşmışlardır (77, 78).

2.2.4.3. İrrigantların kanal dolgu patlarıyla etkileşimleri

İrrigantların kök kanal patlarıyla etkileşimi literatürde irdelenmiş konulardan biridir. Kök kanal patlarıyla iriganların etkileşimi, kök kanal sistemi içerisinde dentin materyal adezyonunu, kanal patlarının penetrasyonunu etkileyebilen bir olgudur.

Özkoçak ve ark. dentin yüzeyinde Er: YAG lazer ve irritantlar kullanıldıktan sonra kök kanal patlarının adezyonunu değerlendirmişlerdir. Örnekler AH Plus Jet, Endosequence BC Sealer ve Real Seal olmak üzere 3 ana gruba ve distile su, kalsiyum hidroksit, sodyumhipoklorit, EDTA ve Er: YAG lazer olmak üzere 5 alt gruba ayrılmıştır. Push-out testi sonuçlarına göre rezin bazlı kanal patları sodyum hipoklorit grupları hariç diğer gruplarda biyoseramik esaslı kanal patlarına göre daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. Kök kanal patlarının yapısının ve dentin yüzeyine uygulanan irrigantların bağlanma dayanımını etkilediği bu çalışmada görülmüştür (79).

Neelakantan ve ark. irrigasyon protokolünün, kanal patları ve dentin arasındaki adezyona etkisini inceledikleri çalışmalarında, irrigasyon protokolü, kanal patı tipi ve kök segmentleri arasında belirgin bir etkileşim olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bağlanma dayanımının irrigasyon protokolüne göre farklılıklar gösterdiğini, AH plus kanal patının kollajene kimyasal olarak bağlandığını göstermişlerdir (80).

Razmi ve ark. biyoseramik ve rezin esaslı kanal patlarının, bağlanma dayanımını farklı nem durumundaki kanallarda inceledikleri çalışmalarında, kanalları NaOCI ve CHX ile irrigate etmişlerdir. Ve daha sonra kanalları farklı nem durumlarında bırakmışlardır. Kanal nemliliğinin ve kullanılan irrigasyon solüsyonlarının bağlanma dayanımına etkis ettiğini bildirmişlerdir (81).

Bu konudaki çalışmalar daha çok bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı üzerine yapılan çalışmalardır. Kanalların irrigasyon solüsyonları ile nemlendirildiği ve daha sonra kanal patlarının uygulandığı çalışmalara literatürde rastlanmamıştır.

2.2.4.4. Biyoseramik esaslı kanal dolgu patları

Biyoseramikler tıp ve diş hekimliğinde kullanılmak üzere vücudun işlevini yitiren organlarının onarımı veya zarar gören ve yeniden yapılandırılması gereken dokuların tedavisi amacıyla özel olarak tasarlanan seramik esaslı biyomalzemelerdir. Alumina ve zirkonyum, biyoaktif cam, cam seramik, kompozitler, hidroksilapatit ve

rezorbe olabilen kalsiyum fosfatlar ve radyoterapi camları gibi materyaller biyomalzemelere örnek olarak gösterilebilir (34).

Biyoseramikler toksik değildir. Biyouyumlu özellikleri ve sertleşme sırasında büzülmemeleri ile öne çıkarlar, ayrıca sertleşirken yüksek pH değerlerine çıkmaları güçlü antibakteriyel özellik göstermelerine yol açar. Taşkın dolgularda doku cevabı oluşturmazlar, çünkü materyalin dentin ile bağlanmasıyla oluşan hidroksiapatit formu, doku cevabı gerektirecek bir durum yaratmaz (82).

Bu patlar hidrofiliktir ve düşük değme açısı gösterirler. Bu özellikleri sayesinde dentin duvarlarına daha iyi yayılabilirler. Yan kanallara ve dentin tübüllerine nüfuz edebilirler. Sertleşme sırasında genişleyebilirler. Dentine kimyasal olarak bağlanabilirler. Doku sıvısında erimezler (83).

2.2.4.4.1.Kalsiyum-Silikat-Fosfat İçerenler

Bu materyaller biyolojik ortamlarda kimyasal olarak stabildirler, boyutsal stabiliteleri iyidir, canlı doku temasında iltihabi tepki uyandırmazlar. Bu özelliklere ek olarak hidroksiapatit oluşturmakta ve dentin ve dolgu maddeleri arasında bağlanmayı artırarak biyoaktif özellik göstermektedirler (34).

Kanala doldurulduklarında sertlikleri artmaktadır. Donma sırasında ise yüksek pH göstererek antibakteriyel etkileri artmaktadır (34).

Endosequence BC Sealer

Bu kanal patı hidrofilik özelliği ile kök kanal içindeki sıvıyı çekerek sertleşebilir. Önceden karıştırılmış olarak üretilmiştir, kök kanalı içine kanül yardımı ile yerleştirilir. İçeriğinde zirkonyum oksit, kalsiyum silikat, kalsiyumfosfat monobazik, kalsiyum hidroksit ve çeşitli kalınlaştırıcı maddeler bulunmaktadır (84).

Candeiro ve ark. yaptıkları çalışmada BC sealer'i AH Plus ile karşılaştırmışlardır. AH Plus, BC Sealer'a göre daha fazla radyoopasite göstermiştir. Ancak BC sealer AH Plus'a göre daha yüksek pH ve Ca^{+} iyonu salınımı yapmıştır.

Aynı zamanda BC sealer'in akışkanlığı AH Plus'a göre daha yüksek bulunmuştur (85).

Sitotoksisite testlerine bakıldığında Zoufan ve ark. BC Sealer'i AH Plus'a göre daha az sitotoksik bulmuşlardır (86).

Haapasalo ve ark yaptıkları çalışmada BC Sealer'in Epiphany, AH Plus, Apexit Plus, Tubli- Seal ve Sealapex'e göre antimikrobiyal etkisinin güçlü olduğu görmüşlerdir (14).

Bağlanma dayanımı ile ilgili yapılan bir çalışmada ise BC sealer ile AH Plus kanal patının yaklaşık değerlerde olduğu gözlemlenmiştir (87).

Loushine ve ark. Gilmore iğnesi metodu ile yaptıkları çalışmada bu kanal patının farklı nem oranlarında tamamen donmuş olması için 168 saat geçmesi gerektiğini bildirmişlerdir (9).

Bu kanal patının sertleşme reaksiyonunda 2 faz vardır. 1. Fazda monobazik kalsiyum fosfat su varlığında kalsiyum hidroksit ile reaksiyona girerek su ve hidroksilapatit oluşturur. 2. Fazda ise dentin nemliliğinden elde edilen su- aynı zamanda 1. fazda da su oluşur- kalsiyum silikat parçalarının hidrasyonuna katkıda bulunur. Böylece kalsiyum silikat hidrat parçacıkları oluşur (9).

Endosequence BC Sealer'in retreatment sırasında konvansiyonel teknikler kullanılarak çıkarılması oldukça zordur. Retreatment sırasında apikal açıklığın kaybedildiği bazı vakalar rapor edilmiştir (13).

2.2.4.4.2. Mineral Trioksit agregat (MTA) içerenler

Mineral trioksit agregat (MTA), doksanlı yıllarda geliştirilmiştir ve ana yapısı trikalsiyum silikat, trikalsiyum aluminat, trikalsiyum oksit ve bizmut oksitten oluşan bir tamir materyalidir. Nem varlığında sertleşen ve hidrofilik partiküllerden oluşan bir tozdur. MTA, dişhekimliğinde perforasyon tamiri, retrograd dolgu, kuafaj, apikal

bariyer oluşturma ve rejeneratif endodontik tedaviler gibi birçok tedavide kullanılan oldukça popüler biyoaktif bir materyaldir (88).

Fiziksel ve biyolojik özelliklerinin iyi olması sebebiyle endodontik tedavide geniş kullanım alanı bulan MTA'nın orjinal formülü kanal patı olarak kullanılmasına imkn sağlayacak şekilde değiştirilerek, akışkanlık, sertleşme zamanı ve bağlanma gibi özellikleri geliştirilmiş ve MTA esaslı kanal patları üretilmiştir (89).

MTA Fillapex

Son yıllarda tanıtılan MTA Fillapex kanal patı MTA esaslı bir pat/ pat sistemidir. Çeşitli rezin bileşenlerden oluşan bu kanal patı ayrıca bizmut oksit ve silika nanopartikülleri içerir. reticileri bu kanal patının yüksek radyoopasite, düşük çözünürlük, kolay manipulasyon, uzun çalışma zamanı ve sertleşme esnasında genleşme gibi özelliklere sahip olduğunu iddia etmektedirler.

Akçay ve ark. yaptıkları bir çalışmada; farklı final irrigasyonlarından sonra, dentin penetrasyonu yönünden karşılaştırıldığında MTA Fillapex'in AH plus ve iRoot SP'ye göre apikal üçlüdeki penetrasyonunu daha az bulmuşlardır (90).

Amoroso ve ark AH Plus ile MTA Fillapex'i karşılaştırdıkları araştırmalarında AH Plus patının çözünürlük oranını MTA Fillapex'e göre belirgin oranda düşük bulmuşlardır. Buna karşılık MTA Fillapex akışkanlık ve sertleşme süresi bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Sertleşme sonrası büzülme stresi oluşumu MTA Fillapex'te AH Plusa göre fazla grlmştir (91).

Gomes ve ark yaptıkları çalışmada Sealapex, MTA Fillapex ve MTA materyallerinin sitotoksitesini ratlar üzerinde incelemişlerdir. MTA Fillapex, MTA ve Sealapex'e göre fibroblastlar üzerinde daha fazla sitotoksiste göstermiştir (92).

2.2.5. Biyoaktivite

Biyoseramik içeren patların en belirgin özelliği biyoaktif olmalarıdır. Biyoaktivite; Grotra ve Subbarao tarafından materyallerin canlı dokularda reaksiyon oluşturma yeteneği olarak tanımlanmıştır(5). Gandolfi ve arkadaşları da biyoaktif materyallerin dokularda biyolojik yanıt oluşturarak ,kimyasal bağ oluşumunu indüklemeye yeteneğine sahip olmaları gerektiğini bildirmişlerdir(6). Seramikler ve biyoaktif camlarla, vücut sıvıları ve vücut sıvılarını taklit eden solüsyonların etkileşimi sonucu hidroksiapatit kristalleri oluşumu indüklenmektedir. Böylece sert doku rejenerasyonu gerçekleşebilmektedir. Biyoaktif materyaller diş hekimliğinde pulpa kaplaması, apeksifikasyon, apikal cerrahi ve perforasyon tedavilerinde de kullanılmaktadır. Hidroksiapatit ve benzeri kristaller oluşturabilme özelliklerinden dolayı iyi bir tıkama göstermekte ve bu sebeple endodontik tedavilerde de tercih edilmektedirler.

Biyoaktif materyaller üzerindeki çalışmalara baktığımızda, Han ve okiji, sentetik doku sıvısı varlığında, kalsiyum silikat bazlı materyallerden salınan Ca ve Si iyonlarının kök kanal dentini içerisine alınarak tutulmasının biyoaktivite indikatörü olduğunu belirtmişlerdir (84, 93).

2.2.6. Taramalı elektron mikroskobu

Fizikçi Victor Broglie 1924 yılında, elektronların dalga özelliği gösterdiğini ortaya koymuştur. 1927 yılında elektronların dalga yapısı deneysel olarak saptanmıştır. Broglie'nin buluşuna göre hızlandırılmış elektronların etkin dalga boyları nanometre düzeyinde uzunluklardır. Mikroskopta ışık yerine bu dalgaların kullanılmasının çözünürlüğü çok büyük ölçüde arttıracığı öngörülmüştür (94).

İlk elektromanyetik lens 1926'da Hans Busch tarafından geliştirilmiştir. Bir takım başarısız denemelerdenin ardından 1931'te Alman fizikçi Ernst Ruska ve elektrik mühendisi Max Knollhttps://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Max_Knoll&action=edit&redlink=1 400x büyütme gücüne sahip bir elektron mikroskobu prototipi oluşturmuştur. Bu cihaz elektron mikroskobunun temel

prensiplerini ortaya koymuştur. 1933'te ise Ruska ışık mikroskobu ile elde edilebilen çözünürlüğü aşan bir elektron mikroskobu üretmiştir. Tüm bu gelişmelerin ardından 1937'de Manfred von Ardenne https://tr.wikipedia.org/wiki/Manfred_von_Ardenne, yüksek çözünürlüklü gerçek bir taramalı elektron mikroskobu icat etmeyi başarmıştır. Ardenne tarama prensibini hem yüksek büyötmeye ulaşmak için, hem de elektron mikroskobunun doğasında bulunan kromatik sapmayı engellemek için uygulamıştır. Ayrıca farklı görüntöleme modları ve SEM teorisi ile ilgili çalışmalar yapmıştır. SEM cihazları yıllar içinde Zworykin grubu ve Charles Oatley yönetimindeki Cambridge grubu tarafından geliştirilmeye devam etmiş ve ilk ticari cihaz "Stereoscan" adı ile 1965 yılında Cambridge Scientific Instrument Company tarafından üretilmiştir (94).

Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope-SEM) katı örneklerin karakteristik mikro yapıların incelenmesi ve analizlenmesi için kullanılan çok yönlü bir cihazdır. SEM'in başlıca avantajı; hacimce çok, yığın cisimler incelendiğinde yüksek ayırım gücü elde edilmesidir. Taramalı Elektron Mikroskopta, katı örneklerin yüzeyi, hassas bir biçimde odaklanan elektron demeti ile veya uygun bir prob ile taranmaktadır. Bu tarama işlemi sırasında yüzey üstünde bir sinyal alınmakta ve görüntüye dönüştürüleceği bir bilgisayar sisteminde toplanmaktadır (94).

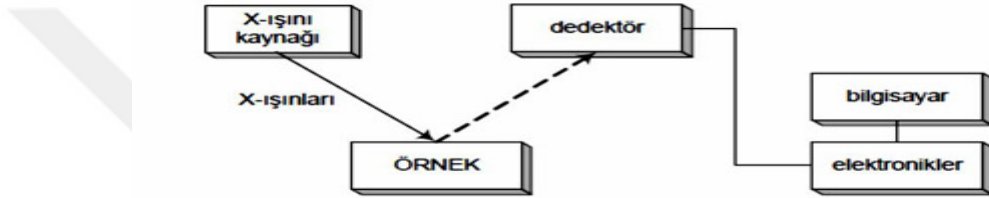
2.2.6.1 X-ışını spektrometresi

X-ışını spektrometresi materyaller üzerinde elementel analiz yapabilme olanağı sağlar. Karakteristik x-ışınlarını toplayıp saymaya ve ışınları enerji türlerine göre düzenleme üzerine kurulan bir yöntemdir. Çıkan x-ışını spektrumu düşey, enerjileri ise yatay eksenle olacak şekilde grafikler, bilgisayardaki programlama sayesinde oluşturulmaktadır. Spektrumdaki karakteristik pikler örnekte bulunan elementleri göstermektedir. Diş hekimliği alanı dahil birçok bilim alanında mikroanaliz yöntemi olarak bu spektrometre kullanılmaktadır.

Dalga boyu dağılımlı (WDS) ve Enerji dağılımlı (EDS yada EDX yada EDAX) x ışını spektrometresi olarak 2 tipi vardır. EDS analizi; noktasal, alan ve çizgisel olarak yapılabilir.

2.2.6.1.1. Enerji dağılımlı X-ışını spektrometresi

Dalga boyu dağılımlı yöntemden farklı olarak bu yöntemde elektron demetleri sayesinde görüntülenen bir alanda yine elektronlar tarafından sağlanan enerji ile elde edilen X-ışınının spektrometrik olarak enerji dağılımı saptanarak incelenen yüzeyin hangi atomlardan oluştuğu ve atomik yüzdeleri belirlenmektedir.



Şekil 2.1. Enerji dağılımlı x ışını spektrometresi çalışma prensibi.

Taramalı elektron mikroskobuna elektron problu mikroanalizör (EPMA) parçası entegre edilerek bu yöntem uygulanmaktadır.

Elektron prob mikro analizör parçası numune üzerine elektron demeti düşmesini sağlamaktadır ve bu parçanın içinde enerji saçılımlı spektrometre dedektörü bulunmaktadır. X ışınları numuneye çarptıktan sonra elementlerin enerji saçılımı dedektör ile hesaplanarak numune yapısının elementel analizi elde edilmektedir. Elementel analizler noktasal, alansal ve çizgisel olarak yapılabilir. Noktasal analizde sadece görüntüdeki bir noktanın, Çizgisel analizde görüntünün üzerinde bir hattın, Alan analizinde ise görüntünün tümünün analizi yapılmaktadır. Bu analizler mikroskoba bağlı bilgisayardaki EDS yazılımı ile dijital ortamda kayıt altında tutulmaktadır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamıza ait istenilen belgelerin Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul'u tarafından incelenmesi sonucu 09/06/2016 tarihinde 2016/45 karar numarası ile araştırmanın gerçekleştirilmesinde etik yönden sakınca olmadığına karar verildikten sonra çalışmaya başlanmıştır. Çalışma aşağıdaki başlıklar altında planlanıp süresi içerisinde tamamlanmıştır:

1. Örneklerin hazırlanması
2. Örneklerin kırılması
3. SEM-EDS analizi
4. İstatistiksel analiz

3.1. Örneklerin hazırlanması:

Çalışmamızda ortodontik nedenlerle çekilmiş herhangi bir çürük dokusu bulunmayan insan sürekli tek kök tek kanallı premolar dişlerinden hazırlanan 66 adet kök kanalı kullanıldı. Toplanan dişlerin çekim öncesinde herhangi bir tedavi görmemiş olmasına dikkat edildi. Çekilen dişler, çalışmanın yapılacağı zamana kadar distile edilmiş su içerisinde +4 C ° sıcaklıkta saklandı.

Dişler öncelikle su soğutması altında aeratöre takılmış #018 nolu fissür frez (Diatech, South Carolina, Amerika) yardımı ile mine-sement sınırının yaklaşık 4mm altından ve kök ucunun yaklaşık 4 mm üzerinden kesildi. Elde edilen kökler, Tf Adaptive (Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) kök kanal aletleri ile ML3 numaralı kanal aletine kadar şekillendirildi. Şekillendirme sırasında kök ucu ve apeksin ve dişlerdeki çatlakların gözlenmesi ve örneklerin standart hale getirilmesi amacıyla dental loop (Zeiss, Münih, Almanya) kullanıldı. Ayrıca enstrumantasyondan önce ve sonra her örnek fiber optik büyütme ve ışıklandırma altında kırıklar veya çatlak hattı tespiti için dişler incelendi. Kanallar her ege değişiminde 27 G enjektörler (Genject, Ankara, Türkiye) kullanılarak, %5'lik 2.5 ml NaOCI solüsyonu ile irrigate edildi. Bütün örnekler şekillendirildikten sonra ise tekrar sırası ile, %5'lik 2.5 ml NaOCI, distile su, %17'lik 2.5 ml sıvı EDTA, distile su, ve %2'lik 2.5 ml CHX ile irrigate

edildi. İrrigasyondan sonra kanallar tekrar distile su ile yıkanarak final irrigasyon için kurutuldu. Zaman kaybı olmaksızın final irrigasyon ve dolum işlemlerine geçildi.

3.1.1. %2'lik CHX ve BC sealer grubu (köklerin %2'lik CHX ile final irrigasyonu ve BC sealer ile dolumu)

2.5 ml %2'lik CHX, kurutulmuş kanallara 27G enjektör (Genject, Ankara, Türkiye) ile tekrar uygulandı. Kanallar İki adet #40 paper point (SureDent, Kyeonggi-do, Kore) ile kurulandı. Kanal duvarlarına BC sealer (Brasseler, Savannah, Amerika) uygulandı. Kanallara daha sonra TF Adaptive açılı konlar (Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) lateral kondansasyon tekniği ile yerleştirildi. Açılı konların kanal dışında kalan bölümleri ısıtılmış ağız spatülü ile kesildi. Örnekler ilk sertleşme için 24 saat bekletildikten sonra fosfatlı salin ile dolu Eppendorf tüplerine (Eppendorf, Labosel, Türkiye) yerleştirildi. 14 gün bekletildi. 7. Günde fosfatlı salin değiştirildi.

3.1.2. %2'lik CHX ve MTA Fillapex grubu (köklerin %2'lik CHX ile final irrigasyonu ve MTA Fillapex ile dolumu)

2.5 ml %2'lik CHX, kurutulmuş kanallara 27G enjektör (Genject, Ankara, Türkiye) ile tekrar uygulandı. Kanallar İki adet #40 paper point (SureDent, Kyeonggi-do, Kore) ile kurulandı. Kanal duvarlarına MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brezilya) uygulandı. Kanallara daha sonra TF Adaptive açılı konlar (Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) lateral kondansasyon tekniği ile yerleştirildi. Açılı konların kanal dışında kalan bölümleri ısıtılmış ağız spatülü ile kesildi. Örnekler ilk sertleşme için 24 saat bekletildikten sonra fosfatlı salin ile dolu Eppendorf tüplerine (Eppendorf, Labosel, Türkiye) yerleştirildi. 14 gün bekletildi. 7. Günde fosfatlı salin değiştirildi.

3.1.3. %5'lik NaOCI ve BC sealer grubu (köklerin %5'lik NaOCI ile final irrigasyonu ve BC sealer ile dolumu)

2.5 ml %5'lik NaOCI, kurutulmuş kanallara 27G enjektör (Genject, Ankara, Türkiye) ile tekrar uygulandı. Kanallar İki adet #40 paper point (SureDent, Kyeonggi-do, Kore) ile kurulandı. Kanal duvarlarına BC Sealer (Brasseler, Savannah, Amerika) uygulandı. Kanallara daha sonra TF Adaptive açılı konlar

(Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) lateral kondansasyon tekniği ile yerleştirildi. Açılı konların kanal dışında kalan bölümleri ısıtılmış ağız spatülü ile kesildi. Örnekler ilk sertleşme için 24 saat bekletildikten sonra fosfatlı salin ile dolu Eppendorf tüplerine (Eppendorf, Labosel, Türkiye) yerleştirildi. 14 gün bekletildi. 7. Günde fosfatlı salin değiştirildi.

3.1.4. %5'lik NaOCI ve MTA Fillapex grubu (köklerin %5'lik NaOCI ile final irrigasyonu ve MTA Fillapex ile dolumu)

2.5 ml %5'lik NaOCI, kurutulmuş kanallara 27G enjektör (Genject, Ankara, Türkiye) ile tekrar uygulandı. Kanallar İki adet #40 paper point (SureDent, Kyeonggi-do, Kore) ile kurulandı. Kanal duvarlarına MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brezilya) uygulandı. Kanallara daha sonra TF Adaptive açılı konlar (Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) lateral kondansasyon tekniği ile yerleştirildi. Açılı konların kanal dışında kalan bölümleri ısıtılmış ağız spatülü ile kesildi. Örnekler ilk sertleşme için 24 saat bekletildikten sonra fosfatlı salin ile dolu Eppendorf tüplerine (Eppendorf, Labosel, Türkiye) yerleştirildi. 14 gün bekletildi. 7. Günde fosfatlı salin değiştirildi.

3.1.5. %17'lik EDTA ve BC Sealer grubu (köklerin %17'lik EDTA ile final irrigasyonu ve BC Sealer ile dolumu)

2.5 ml %17'lik EDTA, kurutulmuş kanallara 27G enjektör (Genject, Ankara, Türkiye) ile tekrar uygulandı. Kanallar İki adet #40 paper point (SureDent, Kyeonggi-do, Kore) ile kurulandı. Kanal duvarlarına BC Sealer (Brasseler, Savannah, Amerika) uygulandı. Kanallara daha sonra TF Adaptive açılı konlar (Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) lateral kondansasyon tekniği ile yerleştirildi. Açılı konların kanal dışında kalan bölümleri ısıtılmış ağız spatülü ile kesildi. Örnekler ilk sertleşme için 24 saat bekletildikten sonra fosfatlı salin ile dolu Eppendorf tüplerine (Eppendorf, Labosel, Türkiye) yerleştirildi. 14 gün bekletildi. 7. Günde fosfatlı salin değiştirildi.

3.1.6. %17'lik EDTA ve MTA Fillapex grubu (köklerin %17'lik EDTA ile final irrigasyonu ve MTA Fillapex ile dolumu)

2.5 ml %17'lik EDTA, kurutulmuş kanallara 27G enjektör (Genject, Ankara, Türkiye) ile tekrar uygulandı. Kanallar İki adet #40 paper point (SureDent, Kyeonggi-do, Kore) ile kurulandı. Kanal duvarlarına MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brezilya) uygulandı. Kanallara daha sonra TF Adaptive açılı konlar (Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) lateral kondansasyon tekniği ile yerleştirildi. Açılı konların kanal dışında kalan bölümleri ısıtılmış ağız spatülü ile kesildi. Örnekler ilk sertleşme için 24 saat bekletildikten sonra fosfatlı salin ile dolu Eppendorf tüplerine (Eppendorf, Labosel, Türkiye) yerleştirildi. 14 gün bekletildi. 7. Günde fosfatlı salin değiştirildi.

3.1.7. Qmix ve BC Sealer grubu (köklerin Qmix ile final irrigasyonu ve BC Sealer ile dolumu)

2.5 ml Qmix, kurutulmuş kanallara 27G enjektör (Genject, Ankara, Türkiye) ile tekrar uygulandı. Kanallar İki adet #40 paper point (SureDent, Kyeonggi-do, Kore) ile kurulandı. Kanal duvarlarına BC Sealer (Brasseler, Savannah, Amerika) uygulandı. Kanallara daha sonra TF Adaptive açılı konlar (Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) lateral kondansasyon tekniği ile yerleştirildi. Açılı konların kanal dışında kalan bölümleri ısıtılmış ağız spatülü ile kesildi. Örnekler ilk sertleşme için 24 saat bekletildikten sonra fosfatlı salin ile dolu Eppendorf tüplerine (Eppendorf, Labosel, Türkiye) yerleştirildi. 14 gün bekletildi. 7. Günde fosfatlı salin değiştirildi.

3.1.8. Qmix ve MTA Fillapex grubu (köklerin Qmix ile final irrigasyonu ve MTA Fillapex ile dolumu)

2.5 ml Qmix, kurutulmuş kanallara 27G enjektör (Genject, Ankara, Türkiye) ile tekrar uygulandı. Kanallar İki adet #40 paper point (SureDent, Kyeonggi-do, Kore) ile kurulandı. Kanal duvarlarına MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brezilya) uygulandı. Kanallara daha sonra TF Adaptive açılı konlar (Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) lateral kondansasyon tekniği ile yerleştirildi. Açılı konların kanal dışında kalan bölümleri ısıtılmış ağız spatülü ile kesildi. Örnekler ilk sertleşme için 24 saat

bekletildikten sonra fosfatlı salin ile dolu Eppendorf tüplerine (Eppendorf, Labosel, Türkiye) yerleştirildi. 14 gün bekletildi. 7. Günde fosfatlı salin değiştirildi.

3.1.9. Distile su ve BC Sealer grubu (köklerin Qmix ile final irrigasyonu ve BC Sealer ile dolumu)

2.5 ml distile su, kurutulmuş kanallara 27G enjektör (Genject, Ankara, Türkiye) ile tekrar uygulandı. Kanallar İki adet #40 paper point (SureDent, Kyeonggi-do, Kore) ile kurulandı. Kanal duvarlarına BC Sealer (Brasseler, Savannah, Amerika) uygulandı. Kanallara daha sonra TF Adaptive açılı konlar (Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) lateral kondansasyon tekniği ile yerleştirildi. Açılı konların kanal dışında kalan bölümleri ısıtılmış ağız spatülü ile kesildi. Örnekler ilk sertleşme için 24 saat bekletildikten sonra fosfatlı salin ile dolu Eppendorf tüplerine (Eppendorf, Labosel, Türkiye) yerleştirildi. 14 gün bekletildi. 7. Günde fosfatlı salin değiştirildi.

3.1.10. Distile su ve MTA Fillapex grubu (köklerin Qmix ile final irrigasyonu ve MTA Fillapex ile dolumu)

2.5 ml Distile su, kurutulmuş kanallara 27G enjektör (Genject, Ankara, Türkiye) ile tekrar uygulandı. Kanallar İki adet #40 paper point (SureDent, Kyeonggi-do, Kore) ile kurulandı. Kanal duvarlarına MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brezilya) uygulandı. Kanallara daha sonra TF Adaptive açılı konlar (Sybronendo, Peterbrough, İngiltere) lateral kondansasyon tekniği ile yerleştirildi. Açılı konların kanal dışında kalan bölümleri ısıtılmış ağız spatülü ile kesildi. Örnekler ilk sertleşme için 24 saat bekletildikten sonra fosfatlı salin ile dolu Eppendorf tüplerine (Eppendorf, Labosel, Türkiye) yerleştirildi. 14 gün bekletildi. 7. Günde fosfatlı salin değiştirildi.



Fotograf 3.1. Dolum işlemleri yapılmış örnekler.



Fotograf 3.2. Fosfatlı salin ile dolu eppendorf tüpündeki örnekler.

3.1.11. Kontrol grubu

Bu gruptaki kanallara final irrigasyon, kanal patı uygulaması ve kanal dolumu yapılmadı. Fosfatlı salinde saklanmadı.

3.2. Örneklerin Kırılması

Örnekler Eppendorf tüplerinden çıkarıldı ve kurutuldu. Örneklerin mesial ve distal yüzeylerine, kök ucu kural yönünde, çizgi şeklinde yaklaşık 0.5 mm

derinliğinde çentikler açıldı. Dişler elle sabitlenerek siman spatülünün ucu çentiklere yerleştirildi. Daha sonra bir çekiç yardımı ile, siman spatülüne hafif darbelerle üstten vurularak örnekler 2 parçaya ayrıldı. Böylece smear tabakası oluşturulmadan kanalların mesial ve distal duvarlarındaki dentin tübülleri, elektron mikroskopunda cross- sectional olarak görülecek şekilde açığa çıkarılmış oldu. Örneklerin içindeki gutta-perkalar uzaklaştırıldı.



Fotograf 3.3. Örneklerin siman spatülü yardımı ile vertikal olarak 2 parçaya ayrılması.



Fotograf 3.4. Kırma işleminden sonra örnekler.

3.3. SEM-EDS analizi

Örnekler gruplar halinde, hazırlanan SEM-EDS (Quanta 250 FEG, Oregon, Amerika) cihazının tablasına yerleştirildi. Örneklerin mesial ve distal duvarlarındaki açığa çıkmış dentin tübülleri, dentin yüzeyi ve materyalin birleştiği yerden itibaren görüntüledi. Her örnekten kuronale yakın ve apikale yakın bölge olmak üzere 2 görüntü alındı. Ayrıca her görüntü eşit şartlar gözetilerek 15 kv hızlandırma, 7000x büyütme ve 10 nanometre çözünürlük değerleri ile alındı.

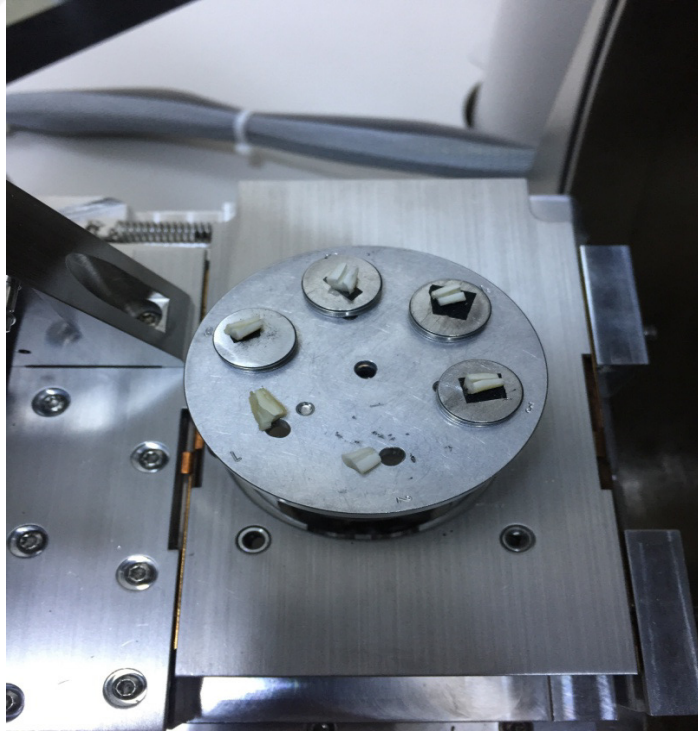
Görüntüler alındıktan sonra elektron mikroskobuna bağlı enerji dağılımlı spektrometre (EDS) ile her görüntü için elementel analiz yapıldı. Yapılan analiz sonucu çıkan değerler bilgisayar ortamında kayıt edildi.



Fotograf 3.5. Görüntüleme ve elementel analizlerin yapıldığı Quanta FEG 250 cihazı.



Fotograf 3.6. Örneklerin görüntüleme ve analiz için cihaza yerleştirilmesi.



Fotograf 3.7. Örneklerin cihaz tablasındaki konumu ve sabitlenmesi.

3.4. İstatistiksel analiz

Bu çalışmada istatistiksel analizler SPSS 22.0 programı (SPSS Inc, Chicago, Amerika) kullanılarak yapılmıştır. EDS analizi ile elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Two-way ANOVA analizi kullanılmıştır. Çoklu karşılaştırma için ise Post Hoc Tukey HSD testi kullanılmıştır. Tüm analizler %5 hata payı ile değerlendirilmiştir.



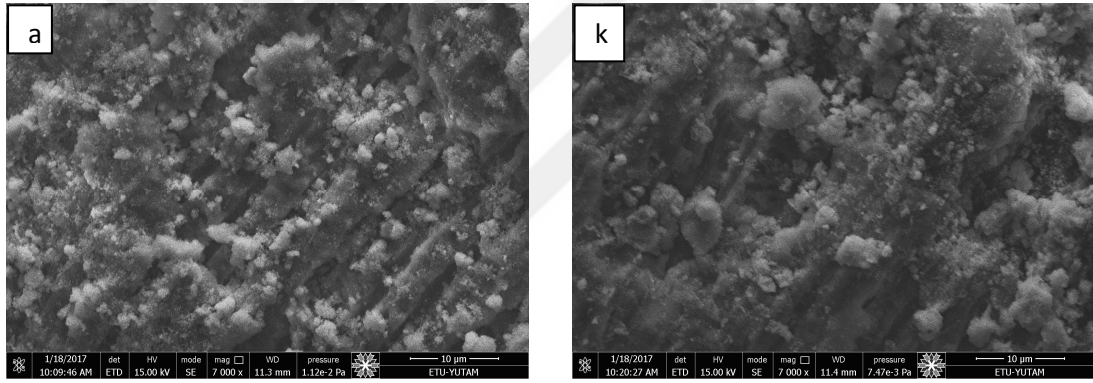
4. BULGULAR

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular 3 ana başlık altında incelenmiştir:

1. Elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri
2. Enerji dağılımlı X-ray spektroskopisi bulguları
3. İstatistiksel bulgular

4.1. Elektron mikroskobu(SEM) görüntüleri

Çalışmamızda her grup için elektron mikroskobu sem görüntüleri örneklerin apikale ve kuronale yakın bölgelerinden alınmıştır.



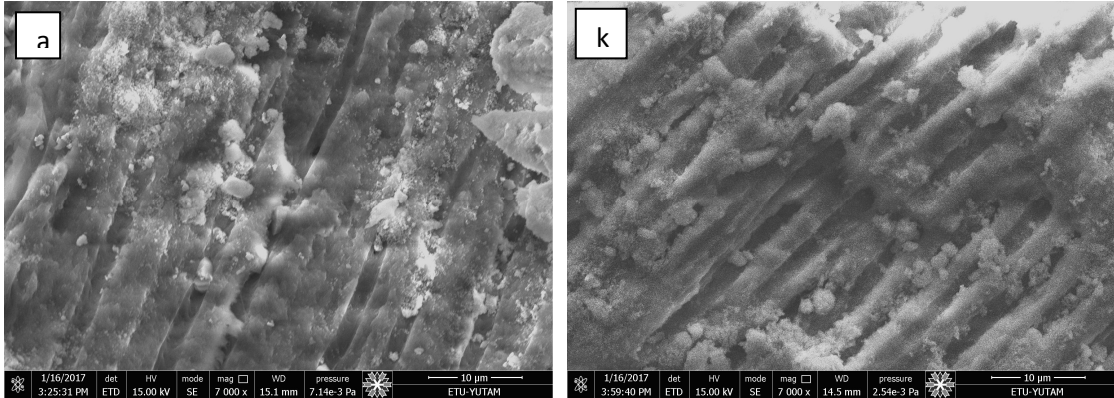
Fotograf 4.1. Grup 1 (BC sealer + CHX) Örneklerinin apikal ve kuronalden alınmış SEM görüntüleri (15 kv hızlandırma, 7000x büyütme, 10 nanometre çözünürlük).

CHX ile final irrigasyonu yapılan ve BC sealer ile doldurulan örneklerde, dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri yapılar net olarak gözlenmiştir. Bu yapıların dentin tübülleri içerisine yoğun olarak penetre olabildikleri gözlenmiştir. Bu yapılar morfolojik olarak küre ve küp benzeri görünümündedirler. Final irrigasyonunda CHX kullanımının, BC sealer ile doldurulmuş kanallarda hidroksiapatit benzeri yapıların oluşumuna tamamen engel olmadığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır (Fotograf: 4.1.)



Fotograf 4.2. Grup 2 (MTA Fillapex + CHX) Örneklerinin apikal ve kuronalden alınmış SEM görüntüleri (15 kv hızlandırma, 7000x büyütme, 10 nanometre çözünürlük).

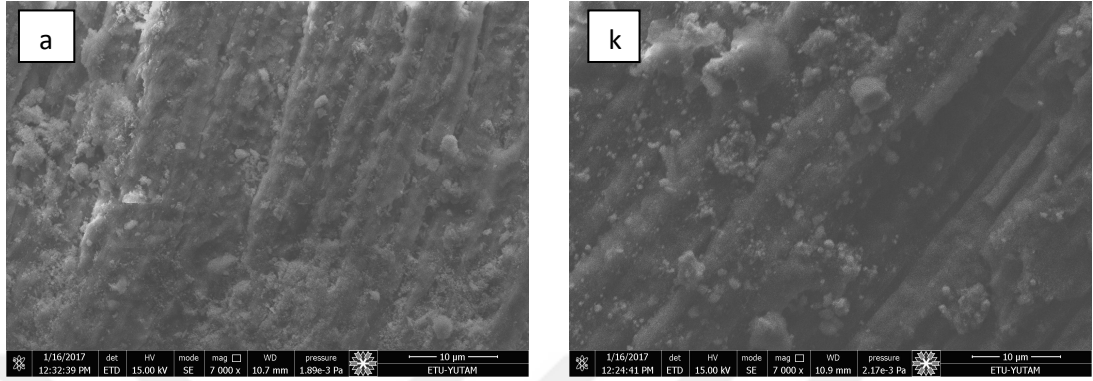
CHX ile final irrigasyonu yapılan ve MTA Fillapex ile doldurulan örneklerde, dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri yapılar net olarak gözlenmiştir. Bu yapıların dentin tübülleri içerisine penetre oldukları gözlenmiştir. Bu oluşumlar morfolojik olarak küre ve küp benzeri görünümündedirler. Final irrigasyonunda CHX kullanımının, MTA Fillapex ile doldurulmuş kanallarda hidroksiapatit benzeri yapıların oluşumuna tamamen engel olmadığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır (Fotograf: 4.2.).



Fotograf 4.3. Grup 3 (BC Sealer + NaOCI) Örneklerinin apikal ve kuronalden alınmış SEM görüntüleri (15 kv hızlandırma, 7000x büyütme , 10 nanometre çözünürlük).

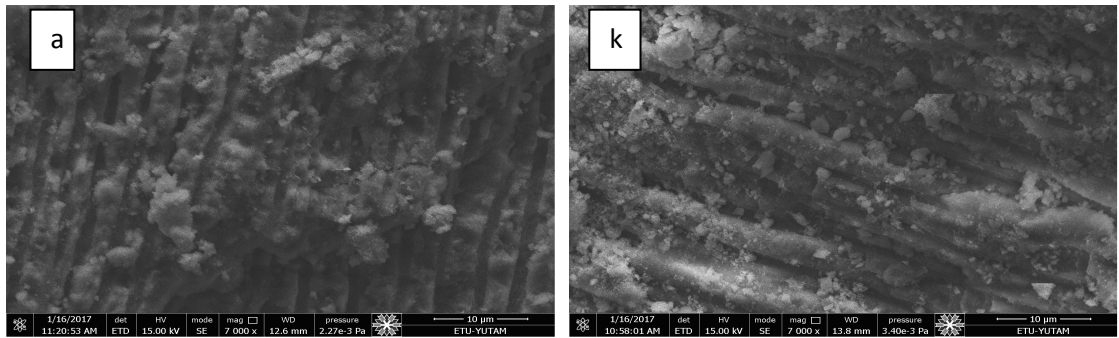
NaOCI ile final irrigasyonu yapılan ve BC Sealer ile doldurulan örneklerde, dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri yapılar net olarak gözlenmiştir. Bu yapıların dentin tübülleri içerisine penetre oldukları gözlenmiştir. Bu oluşumlar

morfolojik olarak küre ve küp benzeri görünümündedirler. Final irrigasyonunda NaOCI kullanımının, BC Sealer ile doldurulmuş kanallarda hidroksiapatit benzeri yapıların oluşumuna tamamen engel olmadığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır (Fotograf: 4.4.).



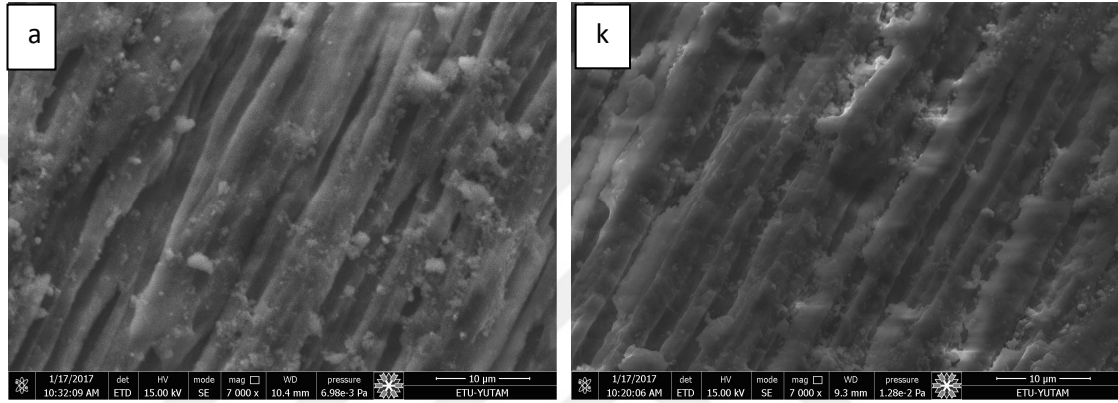
Fotograf 4.4. Grup 4 (MTA Fillapex + NaOCI) Örneklerinin apikal ve kuronalden alınmış SEM görüntüleri (15 kv hızlandırma, 7000x büyütme, 10 nanometre çözünürlük).

NaOCI ile final irrigasyonu yapılan ve MTA Fillapex ile doldurulan örneklerde, dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri yapılar net olarak gözlenmiştir. Bu yapıların dentin tübülleri içerisine penetre oldukları gözlenmiştir. Bu oluşumlar morfolojik olarak küre ve küp benzeri görünümündedirler. Final irrigasyonunda NaOCI kullanımının, MTA Fillapex ile doldurulmuş kanallarda hidroksiapatit benzeri yapıların oluşumuna tamamen engel olmadığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır (Fotograf: 4.4.).



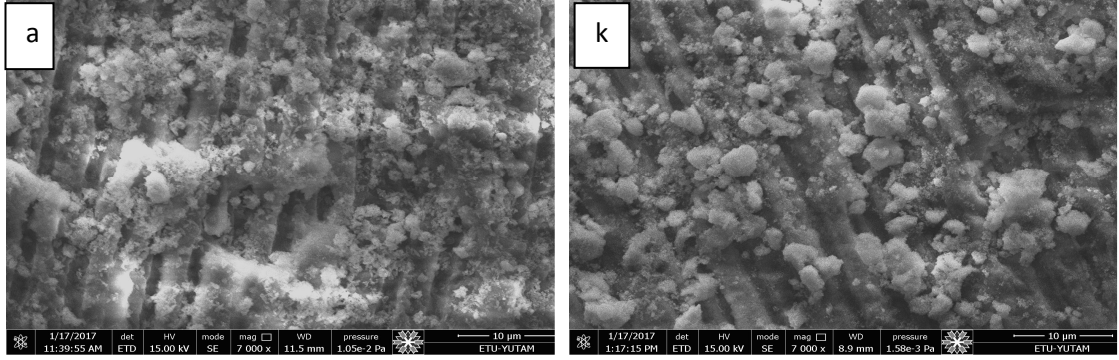
Fotograf 4.5. Grup 5 (BC Sealer + EDTA) Örneklerinin apikal ve kuronalden alınmış SEM görüntüleri (15 kv hızlandırma, 7000x büyütme, 10 nanometre çözünürlük).

EDTA ile final irrigasyonu yapılan ve BC Sealer ile doldurulan örneklerde, dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri yapılar net olarak gözlenmiştir. Bu yapıların dentin tübülleri içerisine penetre oldukları gözlenmiştir. Bu oluşumlar morfolojik olarak küre ve küp benzeri görünümündedirler. Final irrigasyonunda EDTA kullanımının, BC Sealer ile doldurulmuş kanallarda hidroksiapatit benzeri yapıların oluşumuna tamamen engel olmadığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır (Fotograf: 4.5.).



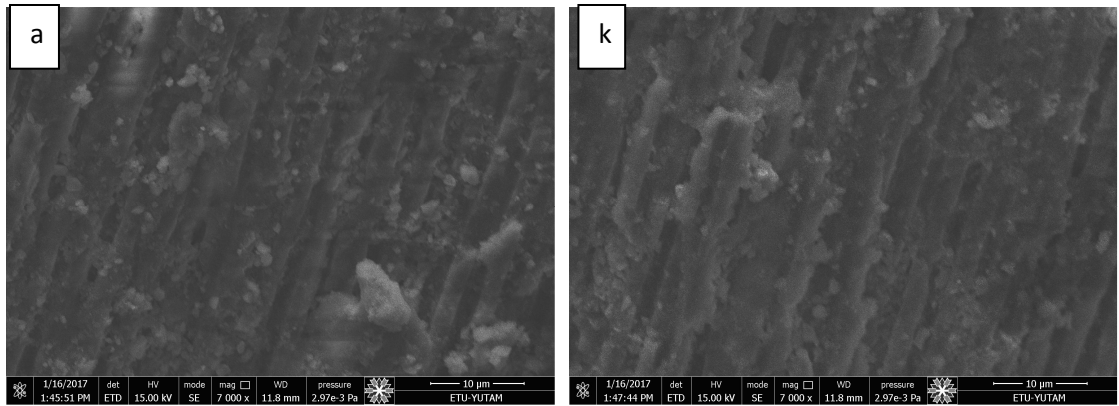
Fotograf 4.6. Grup 6 (MTA Fillapex + EDTA) Örneklerinin apikal ve kurondan alınmış SEM görüntüleri (15 kv hızlandırma, 7000x büyütme, 10 nanometre çözünürlük).

EDTA ile final irrigasyonu yapılan ve MTA Fillapex ile doldurulan örneklerde, dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri yapılar net olarak gözlenmiştir. Bu yapıların dentin tübülleri içerisine penetre oldukları gözlenmiştir. Bu oluşumlar morfolojik olarak küre ve küp benzeri görünümündedirler. Final irrigasyonunda EDTA kullanımının, MTA Fillapex ile doldurulmuş kanallarda hidroksiapatit benzeri yapıların oluşumuna tamamen engel olmadığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır (Fotograf: 4.6.).



Fotograf 4.7. Grup 7 (BC Sealer + Qmix) Örneklerinin apikal ve kuronalden alınmış SEM görüntüleri (15 kv hızlandırma, 7000x büyütme, 10 nanometre çözünürlük).

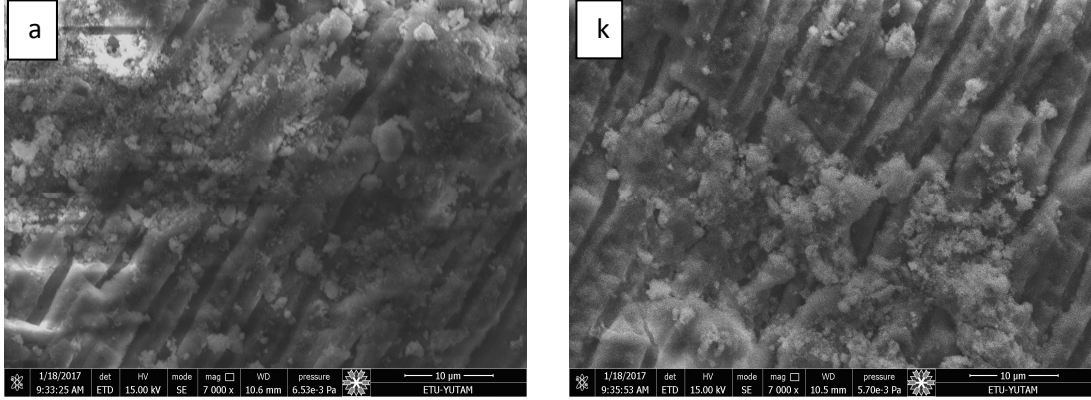
Qmix ile final irrigasyonu yapılan ve BC Sealer ile doldurulan örneklerde, dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri yapılar net olarak gözlenmiştir. Bu yapıların dentin tübülleri içerisine penetre oldukları gözlenmiştir. Bu oluşumlar morfolojik olarak küre ve küp benzeri görünümündedirler. Final irrigasyonunda Qmix kullanımının, BC Sealer ile doldurulmuş kanallarda hidroksiapatit benzeri yapıların oluşumuna tamamen engel olmadığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır (Fotograf: 4.7).



Fotograf 4.8. Grup 8 (MTA Fillapex + Qmix) Örneklerinin apikal ve kuronalden alınmış SEM görüntüleri (15 kv hızlandırma, 7000x büyütme, 10 nanometre çözünürlük).

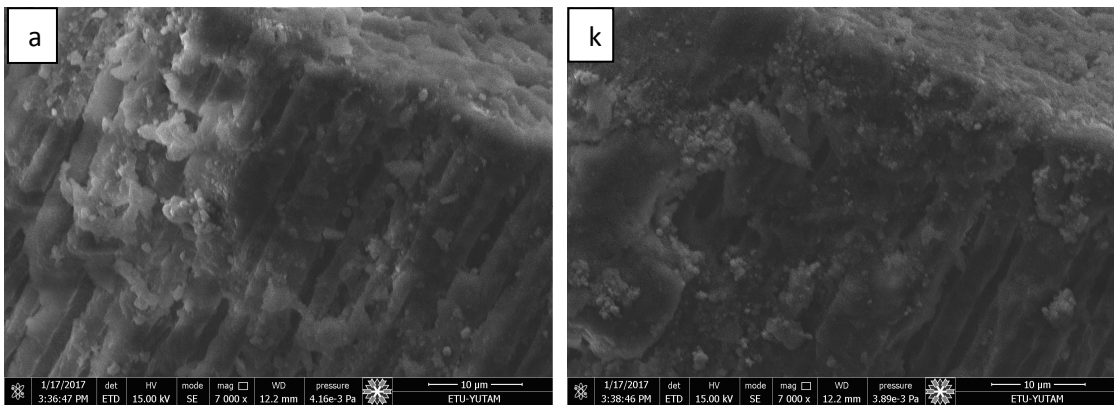
Qmix ile final irrigasyonu yapılan ve MTA Fillapex ile doldurulan örneklerde, dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri yapılar net olarak gözlenmiştir. Bu yapıların dentin tübülleri içerisine penetre oldukları gözlenmiştir. Bu oluşumlar morfolojik olarak küre ve küp benzeri görünümündedirler. Final

irrigasyonunda Qmix kullanımının, MTA Fillapex ile doldurulmuş kanallarda hidroksiapatit benzeri yapıların oluşumuna tamamen engel olmadığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır.(fotograf: 4.8.)



Fotograf 4.9. Grup 9 (BC Sealer + Distile Su) Örneklerinin apikal ve kurondan alınmış SEM görüntüleri (15 kv hızlandırma, 7000x büyütme, 10 nanometre çözünürlük).

Distile su ile final irrigasyonu yapılan ve BC Sealer ile doldurulan örneklerde, dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri yapılar net olarak gözlenmiştir. Bu yapıların dentin tübülleri içerisine penetre oldukları gözlenmiştir. Bu oluşumlar morfolojik olarak küre ve küp benzeri görünümündedirler. Final irrigasyonunda Distile su kullanımının, BC Sealer ile doldurulmuş kanallarda hidroksiapatit benzeri yapıların oluşumuna tamamen engel olmadığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır (fotograf: 4.9).

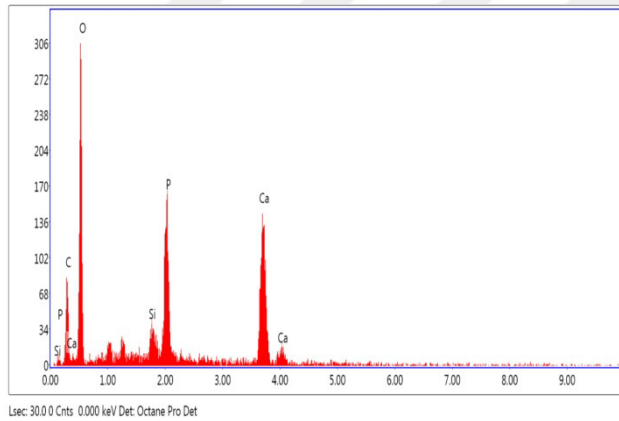


Fotograf 4.10. Grup 10 (MTA Fillapex + Distile Su) Örneklerinin apikal ve kurondan alınmış SEM görüntüleri (15 kv hızlandırma, 7000x büyütme, 10 nanometre çözünürlük).

Distile su ile final irrigasyonu yapılan ve MTA Fillapex ile doldurulan örneklerde, dentin tübülleri içerisinde hidroksiapatit benzeri yapılar net olarak gözlenmiştir. Bu yapıların dentin tübülleri içerisine penetre oldukları gözlenmiştir. Bu oluşumlar morfolojik olarak küre ve küp benzeri görünümündedirler. Final irrigasyonunda Distile su kullanımının, MTA Fillapex ile doldurulmuş kanallarda hidroksiapatit benzeri yapıların oluşumuna tamamen engel olmadığı SEM görüntülerinden anlaşılmıştır (Fotograf: 4.10.).

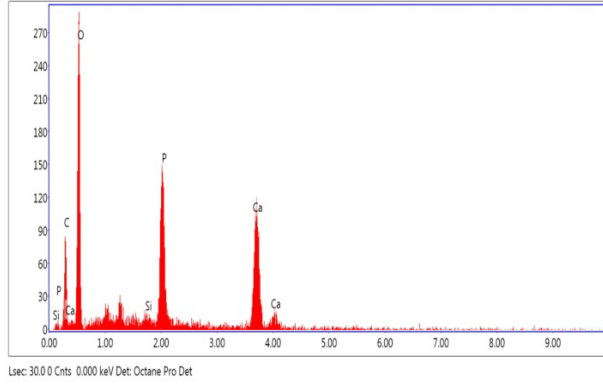
4.2. Enerji Dağılımlı X-ray Spektroskopisi Bulguları

Çalışmamızda enerji dağılımlı X-ray spektrometre yöntemi kullanılmıştır. Bu cihaz taramalı elektron mikroskobuna bağlı olarak çalışmaktadır. Her gruptaki örneklerden apikal bölge ve koronal bölge olmak üzere 2 elementel analiz yapılmıştır.



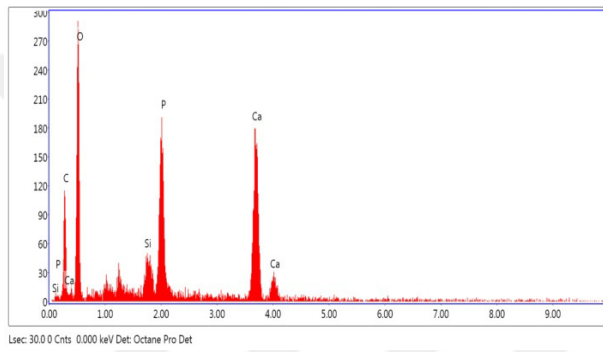
Element	Weight %	Atomic %
C K	12.86	20.50
O K	49.82	59.63
Si K	1.95	1.33
P K	11.63	7.19
Ca K	23.75	11.35

Şekil 4.1. Grup 1 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu.



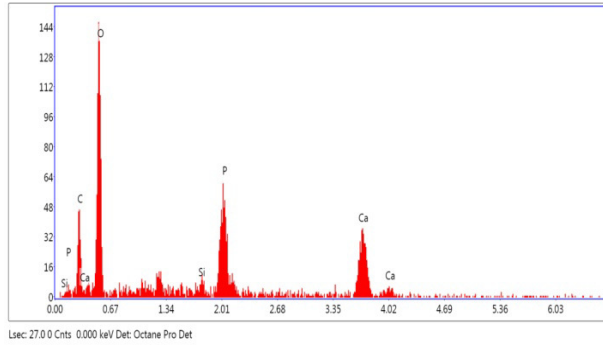
Element	Weight %	Atomic %
C K	14.12	21.85
O K	52.44	60.91
Si K	0.45	0.30
P K	12.09	7.25
Ca K	20.90	9.69

Şekil 4.2. Grup 2 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu.



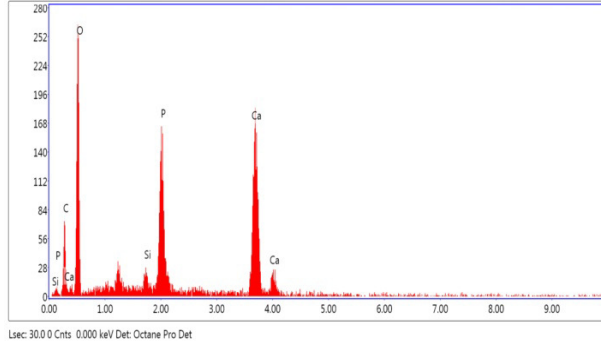
Element	Weight %	Atomic %
C K	15.56	24.65
O K	46.44	55.22
Si K	2.20	1.49
P K	11.79	7.24
Ca K	24.01	11.40

Şekil 4.3. Grup 3 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu.



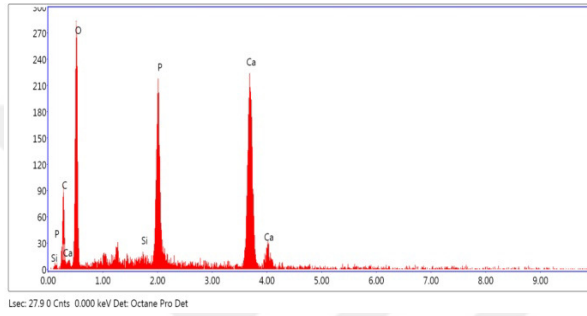
Element	Weight %	Atomic %
C K	10.64	18.25
O K	43.01	55.38
Si K	1.18	0.87
P K	15.10	10.05
Ca K	30.07	15.46

Şekil 4.4. Grup 4 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu.



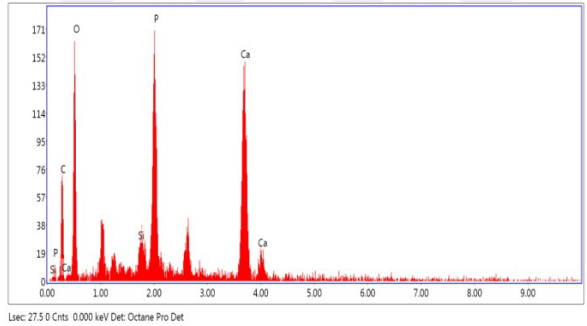
Element	Weight %	Atomic %
C K	10.83	17.90
O K	48.32	59.94
Si K	1.02	0.72
P K	11.74	7.53
Ca K	28.09	13.91

Şekil 4.5. Grup 5 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu.



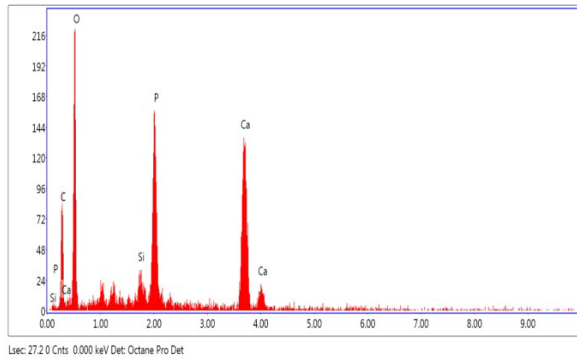
Element	Weight %	Atomic %
C K	10.37	17.39
O K	47.18	59.40
Si K	0.48	0.35
P K	11.91	7.75
Ca K	30.06	15.11

Şekil 4.6. Grup 6 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu.



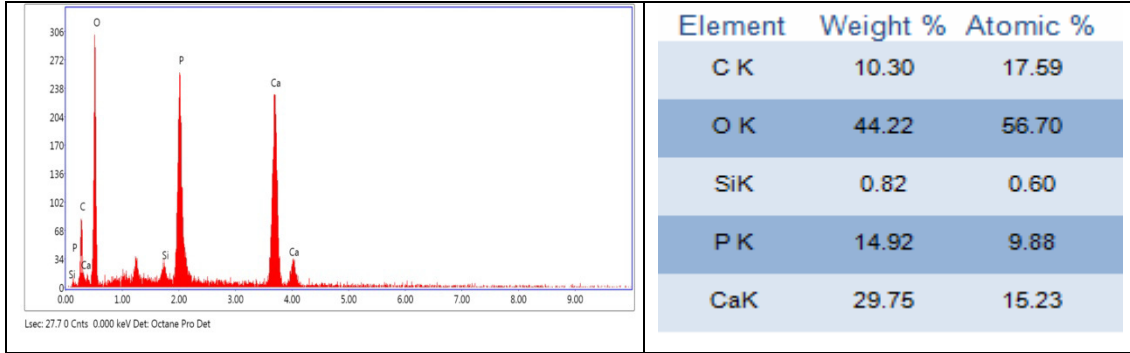
Element	Weight %	Atomic %
C K	13.69	23.13
O K	40.13	50.90
Si K	1.98	1.43
P K	14.51	9.50
Ca K	29.69	15.03

Şekil 4.7. Grup 7 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu.

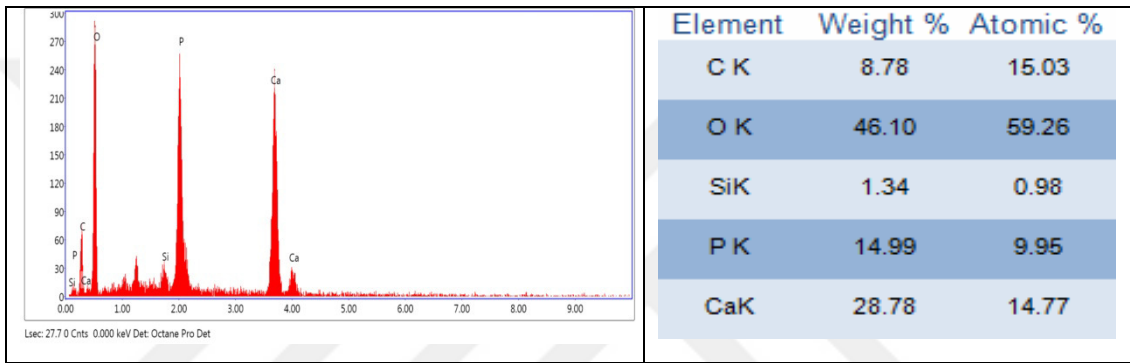


Element	Weight %	Atomic %
C K	14.10	22.91
O K	45.12	55.05
Si K	1.67	1.16
P K	12.79	8.06
Ca K	26.32	12.82

Şekil 4.8. Grup 8 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu.



Şekil 4.9. Grup 9 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu.



Şekil 4. 10. Grup 10 elementel analiz grafiği ve elementel analiz tablosu.

Elde edilen veriler, elektron mikroskopuna bağlı bilgisayarda, tablo ve grafikler halinde kaydedilmiştir. Grafiklerde görülen element pikleri analizde tespit edilen elementlerdir. Silika, fosfor, kalsiyum, karbon, oksijen pikleri analizlerde görülmektedir. Karbon ve oksijen oranları bütün analizlerde diğer elementlere göre daha yüksek bulunmuştur. Karbon, oksijen ve fosfor elementlerinin çalışmamızda herhangi bir etkisi olmadığı için istatistiksel olarak incelenmemiştir. Analiz sonuçları, tespit edilen elementlerin atomik yüzdelere göre hesaplanmıştır.

4.3. İstatistiksel bulgular

Çalışmamızın istatistiksel bulgularının değerlendirilmesinde Ca ve Si değişkenlerinin her ikisi için, iki yönlü varyans analizi testi (Two-way ANOVA) kullanılmıştır. Ayrıca ikili karşılaştırmalar için post-hoc testlerinden .Tukey HSD testi uygulanmıştır.

Tablo 4.1. İrrigantlar, kanal patları, irrigant ve kanal patlarının birlikte kullanımının atomik Ca yüzdesi üzerine etkisinin çift yönlü varyans analizi sonuçları

	P değeri	F değeri
İrrigantlar	0,019	3,099
Kanal patları	0,00	8,596
İrrigantlar + kanal patları	0,644	0,805

Çift yönlü varyans analizi sonuçlarına göre irrigantlar tek başlarına değerlendirildiklerinde, Ca yüzdesi değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı etki yaratmıştır ($P<0,05$). Kanal patları da aynı şekilde tek başlarına değerlendirildiklerinde, Ca yüzdesi değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı etki oluşturmuştur ($P<0,05$). İrrigant ve kanal patlarının birlikte kullanımı değerlendirildiğinde Ca yüzdesi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı etki oluşturmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.3.).

Tablo 4.2. Deney gruplarında yer alan atomik Ca yüzdesi ortalama değerleri

		CHX	NaOCl	Qmix	Distile Su	EDTA
BC Sealer	(a)	14,74(2,60)	14,41(1,86)	13,50(2,26)	15,99(4,17)	11,47(5,15)
	(k)	15,27(0,87)	14,36(1,83)	13,96(1,18)	15,40(0,93)	13,70(3,12)
MTA Fillapex	(a)	11,18(2,73)	11,27(1,65)	13,12(2,26)	12,95(2,81)	10,35(2,00)
	(k)	12,55(2,56)	11,42(1,35)	13,75(3,08)	11,19(1,59)	10,20(4,81)

() içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir.

(a)apikal (k)küronal

Tablo 4.3. Kontrol gruplarında yer alan Ca iyonu yüzdesi ortalama değerleri

Kontrol (a)	2.85(2.02)
Kontrol (k)	2.91(2.15)

() içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir.

(a)apikal (k)küronal

Sonuçlara bakıldığında atomik Ca yüzdesi değerleri apikal ve küronalde en yüksek çıkan grup BC Sealer+Distile su grubunda olmuştur. En düşük atomik Ca yüzdesi ise apikalde ve küronalde MTA Fillapex+ EDTA grubunda görülmüştür. Kontrol grubuna göre atomik Ca yüzdesi anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. (Tablo 4.4.).

%2'lik CHX ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra BC Sealer ile dolumu yapılan 1. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama

değeri $14,74 \pm 2,60$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $15,27 \pm 0,87$ olarak ölçülmüştür. (Tablo 4.4.)

%2'lik CHX ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra MTA Fillapex ile dolumu yapılan 2. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $11,18 \pm 2,73$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $12,55 \pm 2,56$ olarak ölçülmüştür (Tablo 4.4.)

%5'lik NaOCI ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra BC Sealer ile dolumu yapılan 3. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $14,41 \pm 1,86$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $14,36 \pm 1,83$ olarak ölçülmüştür (Tablo 4.4.)

%5'lik NaOCI ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra MTA Fillapex ile dolumu yapılan 4. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $11,22 \pm 1,65$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $11,42 \pm 1,35$ olarak ölçülmüştür (Tablo 4.4.)

%17'lik EDTA ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra BC Sealer ile dolumu yapılan 5. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $11,47 \pm 5,15$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $13,70 \pm 3,12$ olarak ölçülmüştür (Tablo 4.4.)

%17'lik EDTA ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra MTA Fillapex ile dolumu yapılan 6. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $10,35 \pm 2,00$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri $10,20 \pm 4,8$ olarak ölçülmüştür (tablo 4.4.)

Qmix ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra BC Sealer ile dolumu yapılan 7. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri

13,50± 2,26 olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri 13,96± 1,18 olarak ölçülmüştür (tablo 4.4.)

Qmix ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra MTA Fillapex ile dolumu yapılan 8. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri 13,12±2,26 olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri 13,75±3,08 olarak ölçülmüştür (tablo 4.4.)

Distile su ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra BC Sealer ile dolumu yapılan 9. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri 12,95±2,81 olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri 11,19±1,59 olarak ölçülmüştür (tablo 4.4.)

Distile su ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra MTA Fillapex ile dolumu yapılan 10. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri 12,95±2,81 olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri 11,19±1,59 olarak ölçülmüştür (tablo 4.4.)

Final irrigasyon uygulanmayan ve dolum yapılmayan kontrol grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri 2,85± 2,02 olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Ca yüzdesi ortalama değeri 2,91± 2,15 olarak ölçülmüştür (tablo 4.5.)

Tablo 4.4. Irrigantların hesaplanmış marjinal ortalama Ca yüzdesi değerleri

İrrigant	Ortalama değer %
CHX	13,436 ^{ab}
NaOCI	12,869 ^{ab}
Qmix	13,586 ^{ab}
Distile Su	13,888 ^a
EDTA	11,433 ^b

Not: aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında fark yoktur

Hesaplanmış marjinal ortalamalara göre irrigantların atomik Ca yüzdesi değerleri sıralaması; Distile su> Qmix>CHX>NaOCI>EDTA olarak belirlenmiştir. (tablo 4.6)

Tablo 4.5. Kanal patlarından bağımsız olarak; irrigasyon solüsyonlarının atomik Ca yüzdesi değerlerinin Tukey HSD testi ile ikili olarak karşılaştırılması

İrrigant 1	İrrigant 2	Ortalama fark %	P değeri
CHX	NaOCI	0.5671	0.95
CHX	QMİX	-0.1500	1.0
CHX	DİSTİLE SU	-0.4517	0.978
CHX	EDTA	2.0033	0.085
NaOCI	QMİX	-0.7171	0.950
NaOCI	DİSTİLE SU	-1.0187	0.690
NaOCI	EDTA	1.4362	0.358
QMİX	DİSTİLE SU	-0.3017	0.995
QMİX	EDTA	2.1533	0.053
DİSTİLE SU**	EDTA**	2.4550	0.018

****İrrigantlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.**

CHX ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Ca yüzdesi ortalaması NaOCI ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre yüksek çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.($P>0,05$) (tablo 4.7.)

CHX ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Ca yüzdesi ortalaması Qmix ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre düşük çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.($P>0,05$) (tablo 4.7.)

CHX ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Ca yüzdesi ortalaması Distile su ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre düşük çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.($P>0,05$) (4.7.)

CHX ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Ca yüzdesi ortalaması EDTA ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre yüksek çıkmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmasada anlamlılığa yakındır.($P=0,085$) (tablo 4.7.)

NaOCI ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Ca yüzdesi ortalaması Qmix ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre düşük çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.($P>0,05$) (tablo 4.7.)

NaOCI ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Ca yüzdesi ortalaması Distile su ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre düşük çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.($P>0,05$) (tablo 4.7.)

NaOCI ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Ca yüzdesi ortalaması EDTA ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre yüksek çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.($P>0,05$) (tablo 4.7.)

Qmix ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Ca yüzdesi ortalaması Distile su ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre düşük çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.7.)

Qmix ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Ca yüzdesi ortalaması EDTA ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre yüksek çıkmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmasada anlamlılığa yakındır.($P=0,053$) (tablo 4.7.)

Distile su ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Ca yüzdesi ortalaması EDTA ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre yüksek çıkmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($P<0,05$) (tablo 4.7.)

Tablo 4.6. Kanal patlarının hesaplanmış marjinal ortalama atomik Ca yüzdesi değerleri

Kanal patları	Ortalama değer %
BC Sealer(a)	14,024 ^a
BC Sealer(k)	14,544 ^a
MTA Fillapex(a)	11,777 ^b
MTA Fillapex(k)	11,825 ^b

not: aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında fark yoktur
(a)apikal (k)kronal

Hesaplanmış marjinal ortalamalara göre kanal patlarının Ca iyonu yüzdesi değerleri sıralaması; BC Sealer(k)>BC Sealer(a)> MTA Fillapex(k)>MTA Fillapex(a) olarak belirlenmiştir. (tablo 4.8.)

Yapılan homojenite testi sonucu BC sealer kullanılan gruplar ile MTA Fillapex kullanılan gruplar arasında belirgin fark bulunmuştur.($P<0,05$)

Tablo 4.7. İrrigasyon solüsyonlarından bağımsız olarak; kanal patlarının apikal ve kuronaldeki atomik Ca yüzdesi ortalamalarının ikili karşılaştırılması

Kanal patı	Kanal patı	Ortalama fark %	P değeri
BC Sealer (a)	BC Sealer (k)	-0.5193	0.879
BC Sealer (a)**	MTA Fillapex(a)**	2.2473	0.009
BC Sealer (a)**	MTA Fillapex(k)**	2.1993	0.012
BC Sealer (k)**	MTA Fillapex(a)**	2.7667	0.001
MTA Fillapex(a)	MTA Fillapex(k)	-0.048	1.000
MTA Fillapex(k)**	BC Sealer(k)**	-2.7187	0.001

**** kanal patları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur
(a)apikal (k)kural**

Kanal patlarının ikili karşılaştırma sonuçlarına göre BC Sealer MTA Fillapex'e kuronal ve apikalde belirgin bir şekilde üstünlük göstermiştir. Ayrıca kanal patlarını kendi içerisinde değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı olmasada kuronal değerler apikal değerlere göre yüksek bulunmuştur.

BC Sealer ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalaması kuronaldekilere göre düşük bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir.($P>0,05$) (tablo 4.9.)

BC Sealer ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalaması, MTA Fillapex ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki Ca iyonu yüzdesine göre yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. ($P<0,05$) (tablo 4.9.)

BC Sealer ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki atomik Ca yüzdesi ortalaması, MTA Fillapex ile dolumu yapılmış grupların kuronaldeki Ca iyonu yüzdesine göre yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. ($P<0,05$) (tablo 4.9)

BC Sealer ile dolumu yapılmış grupların kuronaldeki atomik Ca yüzdesi ortalaması, MTA Fillapex ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki Ca iyonu yüzdesine göre yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. ($P<0,05$) (tablo 4.9)

MTA Fillapex ile dolumu yapılmış grupların kuronaldeki atomik Ca yüzdesi ortalaması apikaldeki Ca iyonu yüzdesine göre yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. ($P<0,05$) (tablo 4.9)

MTA Fillapex ile dolumu yapılmış grupların kuronaldeki atomik Ca yüzdesi ortalaması, BC Sealer ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki atomik Ca yüzdesine göre düşük bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. ($P<0,05$) (tablo 4.9)

Tablo 4.8. İrrigantlar, kanal patları, irrigant ve kanal patlarının birlikte kullanımının atomik Si yüzdesi üzerine etkisinin çift yönlü varyans analizi sonuçları

	P değeri	F değeri
İrrigantlar	0,16	0,903
Kanal patları	0,465	1,760
İrrigantlar + kanal patları	0,640	0,809

Çift yönlü varyans analizine göre göre irrigantlar tek başlarına değerlendirildiklerinde, Si yüzdesi değerlerinde anlamlı etki oluşturmamıştır. ($P>0,05$) Kanal patları tek başlarına değerlendirildiklerinde, Si yüzdesi değerlerinde anlamlı etki oluşturmamıştır. ($P>0,05$) İrrigant ve kanal patları birlikte kullanımı değerlendirildiğinde Si yüzdesi değerlerinde anlamlı etki oluşturmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.10.)

Tablo 4.9. Deney gruplarında yer alan atomik Si yüzdesi ortalama değerleri

		CHX	NaOCI	Qmix	Distile Su	EDTA
BC Sealer	(a)	1,30(0,97)	0,87(0,67)	1,19(1,12)	1,46(0,22)	0,74(0,36)
	(k)	1,27(1,23)	0,93(0,63)	0,87(1,18)	0,90(0,30)	1,40(2,47)
MTA	(a)	2,26(2,44)	1,3(1,05)	1,17(1,13)	1,2(0,77)	2,06(1,75)
Fillapex	(k)	1,52(2,56)	1,27(1,35)	0,62(3,08)	2,37(1,59)	1,16(1,22)

() içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir.
(a)apikal (k)kural

Tablo 4.10. Kontrol gruplarında yer alan atomik Si yüzdesi değerleri

Kontrol (a)	0,14±(1,02)
Kontrol (k)	0,11±(1,05)

() içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir.
(a)apikal (k)kural

Sonuçlara bakıldığında, atomik Si yüzdesi değerleri apikalde en yüksek çıkan grup MTA Fillapex+ CHX grubu olmuştur. Kuronalde ise en yüksek değer MTA+Distile su grubu görülmüştür. En düşük değerler apikalde BC sealer+ EDTA grubunda, kuronalde ise MTA Fillapex+ Qmix grubunda görülmüştür. Kontrol grubuna göre atomik Si yüzdeleri anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. (tablo 4.11.)

%2'lik CHX ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra BC Sealer ile dolumu yapılan 1. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1.30 \pm (0,97)$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1,27 \pm (1,23)$ olarak ölçülmüştür. (tablo 4.11.)

%2'lik CHX ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra MTA Fillapex ile dolumu yapılan 2. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $2,26 \pm (2,44)$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1,52 \pm (2,56)$ olarak ölçülmüştür. (tablo 4.11.)

%5'lik NaOCI ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra BC Sealer ile dolumu yapılan 3. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $0,87 \pm (0,67)$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $0,93 \pm (0,63)$ olarak ölçülmüştür (tablo 4.11.)

%5'lik NaOCI ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra MTA Fillapex ile dolumu yapılan 4. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1,3 \pm (1,05)$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1,27 \pm (1,35)$ olarak ölçülmüştür (tablo 4.11.)

%17'lik EDTA ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra BC Sealer ile dolumu yapılan 5. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $0,74 \pm (0,36)$ olarak ölçülmüştür. Kuronal bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1,40 \pm (2,47)$ olarak ölçülmüştür (tablo 4.11.)

%17'lik EDTA ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra MTA Fillapex ile dolumu yapılan 6. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $2,06 \pm (1,75)$ olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1,16 \pm (1,22)$ olarak ölçülmüştür (tablo 4.11.)

Qmix ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra BC Sealer ile dolumu yapılan 7. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1,46 \pm (0,22)$ olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $0,87 \pm (1,18)$ olarak ölçülmüştür (tablo 4.11.)

Qmix ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra MTA Fillapex ile dolumu yapılan 8. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1,17 \pm (1,13)$ olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $0,62 \pm (3,08)$ olarak ölçülmüştür (tablo 4.11.)

Distile su ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra BC Sealer ile dolumu yapılan 9. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1,46 \pm (0,22)$ olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $0,90 \pm (0,30)$ olarak ölçülmüştür (tablo 4.11.)

Distile su ile final irrigasyonu yapılan; daha sonra MTA Fillapex ile dolumu yapılan 10. deney grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $1,2 \pm (0,77)$ olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $2,37 \pm (1,59)$ olarak ölçülmüştür (tablo 4.11.)

Final irrigasyon uygulanmayan ve dolum yapılmayan kontrol grubundaki sonuçlara göre apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $0,14 \pm (1,02)$ olarak ölçülmüştür. Kural bölgedeki atomik Si yüzdesi ortalama değeri $0,11 \pm (1,05)$ olarak ölçülmüştür (tablo 4.12.)

Tablo 4.11. İrrigantların hesaplanmış marjinal ortalama Si yüzdesi değerleri

İrrigant	Ortalama değer %
CHX	1,590 ^a
NaOCI	1,087 ^a
Qmix	0,967 ^a
Distile Su	1,237 ^a
EDTA	1,366 ^a

Not: aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında fark yoktur

Hesaplanmış marjinal ortalamalara göre irrigantların Si iyonu değerleri sıralaması; CHX> EDTA>Distile su>NaOCI>Qmix olarak belirlenmiştir. (tablo 4.13.)

Homojenite testi sonucu irrigantların atomik Si değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. (P>0,05) (tablo 4.13.)

Tablo 4.12. Kanal patlarından bağımsız olarak; irrigasyon solüsyonlarının Si yüzdesi ortalamalarının Tukey HSD testi ile ikili olarak karşılaştırılması

İrrigant 1	İrrigant 2	Ortalama fark %	P değeri
CHX	NaOCI	0.5037	0,635
CHX	QMİX	0,6242	0,424
CHX	DİSTİLE SU	0,3533	0.865
CHX	EDTA	0,2246	0.972
NaOCI	QMİX	0,1204	0.997
NaOCI	DİSTİLE SU	-1.504	0.994
NaOCI	EDTA	-0,2792	0.938
QMİX	DİSTİLE SU	-0.2708	0.944
QMİX	EDTA	-0,3996	0.804
DİSTİLE SU	EDTA	-0,1288	0.997

CHX ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Si yüzdesi ortalaması NaOCI ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre yüksek çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.(P>0,05) (tablo 4.14.)

CHX ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Si yüzdesi ortalaması Qmix ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre yüksek çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P>0,05) (tablo 4.14.).

CHX ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Si yüzdesi ortalaması Distile su ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre yüksek çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.14.)

CHX ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Si yüzdesi ortalaması EDTA ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre yüksek çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.14.)

NaOCI ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Si yüzdesi ortalaması Qmix ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre yüksek çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.14.)

NaOCI ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Si yüzdesi ortalaması Distile su ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre düşük çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.14.)

NaOCI ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Si yüzdesi ortalaması EDTA ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre düşük çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.14.)

Qmix ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Si yüzdesi ortalaması Distile su ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre düşük çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.14.)

Qmix ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Si yüzdesi ortalaması EDTA ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre düşük çıkmıştır. Fakat Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.14.)

Distile su ile final irrigasyonu yapılmış grupların atomik Si yüzdesi ortalaması EDTA ile final irrigasyon yapılmış gruplara göre düşük çıkmıştır. Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($P>0,05$) (tablo 4.14.)

Tablo 4. 13. Kanal patlarının hesaplanmış marjinal ortalama Si yüzdesi değerleri

Kanal patları	Ortalama değer %
BC Sealer(a)	0,915 ^a
BC Sealer(k)	1,099 ^a
MTA Fillapex(a)	1,604 ^a
MTA Fillapex(k)	1,380 ^a

(a)apikal (b)küronal

Not: aynı harfi taşıyan ortalama değerler arasında fark yoktur

Hesaplanmış marjinal ortalamalara göre kanal patlarının Si iyonu yüzdesi değerleri sıralaması; MTA Fillapex(a)>MTA Fillapex(k)> BC Sealer(k)> BC sealer(a) olarak belirlenmiştir. (tablo 4.15.)

Yapılan homojenite testi sonucu kanal patları atomik Si değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. (P>0,05) (4.15.)

Tablo 4.14. İrrigasyon solüsyonlarından bağımsız olarak; kanal patlarının apikal ve küronaldeki atomik Si yüzdesi ortalamalarının ikili karşılaştırılması

Kanal patı	Kanal patı	Ortalama fark %	P değeri
BC Sealer (a)	BC Sealer (k)	-0,1840	0.941
BC Sealer (a)	MTA Fillapex(a)	-0,6883	0.152
BC Sealer (a)	MTA Fillapex(k)	-0,4650	0.480
BC Sealer (k)	MTA Fillapex(a)	0,5043	0.408
MTA Fillapex(a)	MTA Fillapex(k)	0,2233	0.901
MTA Fillapex(k)	BC Sealer(k)	0,2810	0.821

(a)apikal (k)küronal

BC Sealer ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalaması küronaldekilere göre düşük bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir.(P>0,05) (tablo 4.16.)

BC Sealer ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalaması, MTA Fillapex ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki atomik Si yüzdesine göre düşük bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. (P>0,05) (tablo 4.16.)

BC Sealer ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki atomik Si yüzdesi ortalaması, MTA Fillapex ile dolumu yapılmış grupların küronaldeki atomik Si

yüzdesine göre düşük bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. ($P>0,05$) (tablo 4.16.)

BC Sealer ile dolumu yapılmış grupların kuronaldeki atomik Si yüzdesi ortalaması, MTA Fillapex ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki atomik Si yüzdesine göre yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. ($P>0,05$) (tablo 4.16.)

MTA Fillapex ile dolumu yapılmış grupların kuronaldeki atomik Si yüzdesi ortalaması apikaldeki atomik Si yüzdesine göre yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. ($P>0,05$) (tablo 4.16.)

MTA Fillapex ile dolumu yapılmış grupların kuronaldeki atomik Si yüzdesi ortalaması, BC Sealer ile dolumu yapılmış grupların apikaldeki atomik Si yüzdesine göre yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. ($P>0,05$) (tablo 4.16.)

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin temel amaçlarından biri kök kanal sisteminin hermetik olarak kapatılması ve kök kanal sistemine mikroorganizma girişinin engellenmesidir. Günümüzde kök kanal sisteminin hermetik olarak kapatılması için birçok kanal patı kullanılmaktadır. Son zamanlarda endodontide kök kanal dentini ile tek bir koheziv ünite yani monoblok bir yapı oluşturmak için biyoaktif özellik gösteren endodontik materyaller üretilmiştir. Biyoaktivite özelliği vücut sıvıları ve vücut sıvılarına benzer fosfatlı solüsyonların içine Ca^{+2} salınımı, apatit ve apatit benzeri kristaller oluşturma yeteneğine atfedilmektedir (20, 84, 95, 96). Bu sebeplerle çalışmamızda biyoaktif özellik gösteren kalsiyum silikat ve MTA bazlı materyallerin güncel olan kanal patı formları tercih edilmiştir.

Çalışmamız, dentin tübüllerinde final irrigasyon solüsyonu olarak bırakılan Qmix, EDTA, NaOCI, CHX, distile su gibi materyallerin, biyoaktif özellik gösteren kanal patları MTA fillapex ve Endosequence BC sealer ile etkileşimlerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

Genel olarak *in vitro* çalışmalarda insan dişleri, sığır dişleri, polimetilmetakrilat diskler kullanılmıştır. Aynı zamanda bu çalışmalarda doku sıvısı benzeri sıvı olarak fosfatlı salin ya da distile su tercih edilmiştir (84, 93, 95). Bizim çalışmamızda ortodontik nedenlerle çekilmiş, tek kanallı çürüksüz insan premolar dişleri kullanılmıştır. Doku sıvısı benzeri sıvı olarak ise fosfatlı salin kullanılmıştır.

In vitro çalışmalarda kullanılan dişler farklı koşullarda bekletilebilmektedir. Bu konuda yapılan bir derleme çalışmasında, çalışmada kullanılacak dişlerin musluk suyu, distile su, timol veya serum fizyolojik içerisinde bekletilebileceği belirtilmiştir (97). Goodis ve arkadaşları ethanol, formalin, timollü distile su, fosfatlı salinde bekletmişlerdir (98). Bu bilgiler ışığında, bizim çalışmamızda kullanılan dişler $+4^0$ C de serum fizyolojik içerisinde saklanmıştır.

Çalışmamızda deney gruplarımız birçok *in vitro* çalışmada olduğu gibi ortodontik nedenlerle çekilmiş insan dişlerinde oluşturulmuştur. Bizim çalışmamıza benzeyen çalışmalarda çekilmiş insan dişlerinin kullanılması standardizasyon açısından zorluklar oluşturmaktadır. Çalışkan ve ark, Türk toplumunda kök kanal varyasyonlarını araştırdıkları çalışmalarında, üst çenede en çok varyasyon gösteren dişlerin ikinci premolarlar ve molarların mesiobukkal kökü olduğunu, alt çenede ise mandibular ikinci premolar haricinde bütün dişlerin varyasyon gösterdiğini belirtmiştir (99). Çalışmamıza herhangi bir etkisi olmadığı için bu kanal varyasyonları dikkate alınmamıştır.

Örnekler hazırlanırken elmas uçlu fissür frez kullanılmıştır. Dişler mine sement bileşiminin 4 mm altından ve kök ucunun 4 mm üzerinden aeratör ile kesilmiştir. Ferrari ark. yaptıkları çalışmada dentin tübüllerinin yoğunluğunun apikal ve orta 3'lüye göre koronal 3'lüde daha yüksek oranda olduğunu bildirmişlerdir (100). Ciucchi ve ark. ise yaptıkları çalışmada apikal bölgede irrigasyon solüsyonlarının etkisinin azaldığını bildirmişlerdir (56). Bu araştırmalara bakarak, Çalışmamızda örneklerin koronale yakın ve apikale yakın bölgelerinden görüntüler alınıp analizi yapılacağı için ve apikalde irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin azalacağını düşündüğümüz için kökün orta 3'lü kesitini tercih ettik.

Hazırlanan örnekler TF adaptive eğe sistemi ile ML3 kodlu eğeye kadar genişletilmiş ve daha sonra kırık ve çatlaklar gözlenmiştir. Karataş ve ark. yaptıkları çalışmada TF adaptive, ProTaper Next, Protaper Universal ve WaveOne eğe sistemlerini ile yapılan şekillendirme sonrası dentin çatlağı oluşumunu karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak ProTaper Next ve TF Adaptive sistemlerini en az çatlak oluşturan sistemler olarak bildirmişlerdir (101). Gergi ve ark. 3 farklı nikel titanyum eğe sisteminin kök kanal geometrisine etkilerini karşılaştırdıklarında TF adaptive sisteminin *adaptive motion* hareketinin kanal anatomisini koruduğunu ve daha iyi merkezleme kabiliyetinin olduğunu bildirmişlerdir (102). Bu bilgiler göz önüne alınarak çalışmamızda TF adaptive eğe sistemi kullanılmıştır.

Kanallar her eğe değişiminde NaOCI ile yıkanmış oluşan debrislerin uzaklaştırılması sağlanmışır. şekillendirme işlemi bittikten sonra kanallar sırası ile NaOCI, distile su, EDTA, distile su, CHX ve distile su ile yıkanmışır. Homayouni ve ark. NaOCI ve CHX kombinasyonunun kanal patlarının sızdırmazlık özelliğine baktıkları çalışmada 1. grupta 1.5 ml %2.5 NaOCI ve smear tabakası kaldırılması için %17 EDTA, 2. grupta 1.5 ml %2.5 NaOCI ve 1.5 ml %2 CHX ve ardından smear tabakası kaldırılması için %17 EDTA ve final yıkama yine 1.5 ml %2.5 NaOCI, 3. grupta ise 1. grupta aynı ancak smear tabakası %17 EDTA ile kaldırıldıktan sonra tekrar 1.5 ml %2.5 NaOCI ve 1.5 ml %2 CHX ile final yıkama yapılmışır. En fazla sızıntı 3. grupta NaOCI ve CHX etkileşimi sonucu olmuştur (50). Siqueira ve ark. yaptıkları çalışmada farklı konsantrasyonlarda NaOCI solüyonunun *E. Faecalis* üzerine etkilerini incelemişlerdir. %1, %2.5 ve %5.25'lik NaOCI bakteri eliminasyonu açısından fark görülmemiştir (46). Çalışmamızda bu bilgiler dikkate alınarak kanallar sırası ile %5 NaOCI, %17 EDTA ve %2 CHX konsantrasyonları kullanılmış, bu solüyonlar arasında ise etkileşimleri önlemek için distile su kullanılmışır.

Baumgartner ve ark. irrigasyon protokolünün smear tabakası üzerine etkileşimini SEM ile incelemişlerdir. Sadece %0.9 salinle yıkanan kanallarda şekillendirme sonrası amorf smear tabakası görülmüştür. %5.25 NaOCI ile şekillendirme sonrası yapılan irrigasyonda yine amorf smear tabakası görmüşlerdir. %15 EDTA ile yapılan irrigasyonda bazı dentin tübüllerinin açıldığı fakat fibröz tabakanın kanal duvarlarından tam olarak uzaklaştırılamadığı az da olsa yüzeysel bir debris tabakasının kaldığını görmüşlerdir. %15 EDTA ve %5.25 NaOCI kombine kullanımında ise şekillendirilen yüzeyler temiz ve görünür şekilde smear tabakasının kaldırıldığı görülmüştür (103). Ciucchi ve ark. yaptıkları *in vitro* alışmada 3 farklı irrigasyon prosedürü kullanmışlardır. Kontrol grubu dışında; ultrasonik ve NaOCI, ultrasonik ve EDTA ve sadece EDTA grubuyla yaptığı çalışmada SEM görüntülerini incelemiştir. EDTA'nın nerede ise tamamen smear tabakasını kaldırdığını fakat 3 grubunda etkisinin apikal 3'lüde azaldığını bildirmiştir (56). Çalışmamızda bu bilgilere paralel olarak irrigasyon aşamasında bizde %17'lik EDTA ve %5'lik NaOCI kombine ederek kullandık. SEM görüntülerine baktığımızda smear

tabakasının tamamen uzaklaştığını dentin tübüllerinin tamamen açıldığını gördük. Ayrıca örneklerimizin diş kökünün apikal bölgesinden olmaması da irrigasyon etkinliğini etkilememesi açısından önemli bir kazanımdır.

Rasimick ve ark. EDTA ve CHX arasındaki etkileşimi araştırdıkları çalışmada, 3 grup kullanmışlardır. 1. grupta %2'lik CHX %17'lik EDTA'ya damlatılarak, 2. grupta %20'lik CHX %17'lik EDTA'ya damlatılmış, 3. grupta %17'lik EDTA %20'lik CHX'e damlatılmıştır. Bütün gruplarda beyaz çökelti tespit edilmiştir. Dolayısıyla çalışmamızda CHX ve EDTA arasında distile su kullanılarak beyaz çökelti oluşması önlenmiştir.

Qmix son yıllarda deneysel bir irrigant olarak üretilmiştir. İçeriğinde bisbiguanid antimikrobiyal ajan, poliaminokarboksilik asit kalsiyum şelatörü, salin ve sürfaktan bulunan modifikasyonları vardır. Ayrıca pulpal debris ve smear tabakasını kaldırdığı bildirilmiştir (104). Dai ve ark. Qmix'in smear tabakası ve debris uzaklaştırma etkisini inceledikleri çalışmalarında Qmix'in modifikasyonları Qmix 1 ve Qmix 2, distile su, %17 EDTA ve BioPure MTAD'ı karşılaştırmışlardır. Temizlenen ve şekillendirilen tek kanallı insan kök kanalları ilk irrigant olarak NaOCI ile, final irrigant olarak Qmix 1, Qmix 2, distile su, %17 EDTA ve BioPure MTAD ile yıkanmıştır. Smear ve debris skorları koronal, orta 3'lü ve apikalde değerlendirilmek üzere dişler uzunlamasına kırılmıştır. Daha sonra taramalı elektron mikroskopunda değerlendirilmiştir (104).

Stojicic ve ark. Qmix'in antibakteriyel ve smear tabakası kaldırabilme özelliklerine baktıkları çalışmada Qmix ve %2 NaOCI irrigantlarının, %1 NaOCI ve %2 CHX ve MTAD irrigantlarına göre biyofilm üzerinde 12 kez daha etkili olduklarını ve Qmix'in EDTA kadar iyi smear tabakası uzaklaştırdığını gözlemlemişlerdir (73). Kara ve ark. yaptıkları çalışmada Qmix'in kanal patlarının penetrasyonuna olan etkisini konfokal lazer tarama mikroskobu ile incelemişlerdir. Dişler %2.5 NaOCI ile yıkandıktan sonra final irrigasyon solüsyonuna göre 3 gruba ayrılmıştır. 1. grup kontrol grubu, 2. grup %17 EDTA ve daha sonrasında %2 CHX ve 3. grup ise Qmix ile irrig edilmiştir. Daha sonra bütün gruplar güta perka ve

rodamin B ile işaretlenmiş AH26 sealer ile doldurulmuştur. Sertleşme beklendikten sonra dişler apexten 3, 5, ve 8 mm uzaklıkta kesilmiştir. Kanal patı penetrasyonları ise konfokal lazer taramalı mikroskopla ölçülmüştür. Apikal bölümde gruplar arasında herhangi bir fark görülmemiştir. EDTA+CHX grubu ve Qmix grubu orta ve koronal kısımlarda kontrol grubuna göre belirgin biçimde fazla pat penetrasyonu göstermiştir. EDTA+CHX grubu ile Qmix grubu arasında fark bulunmamıştır (105). Ballal ve ark. %17 EDTA, Qmix ve %7 maleik asidin, smear tabakası ve dekalsifikasyon etkilerini taramalı elektron mikroskobu ve enerji dağılımlı x-ray analizi ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda Qmix, maleik asit ve EDTA arasında, koronal ve orta kısımda smear tabakası kaldırma açısından fark bulunmamıştır. Ancak maleik asit apikal 3'lüde daha iyi sonuç vermiştir. Enerji dağılımlı x-ray analizinde, Maleik asit ve EDTA ile karşılaştırıldığında, kalsiyum seviyesi en düşük örnekler Qmix kullanılan grupta görülmüştür (106).

Yukarıdaki çalışmalardan farklı olarak, bizim çalışmamızda kanallar final irrigasyon solüsyonu Qmix ile ıslak bırakılmıştır. Daha sonra 2 adet #40 paper point ile kurulanmıştır. Ballal ve ark. yaptıkları çalışmaya benzer olarak çalışmamız da da SEM ve enerji dağılımlı x-ray spektroskopisi kullanılmıştır. Ancak onlar sadece solüsyonların dişe etkilerini incelemişlerdir. Biz ise kanal patlarını da çalışmamıza dahil ederek ortak etkileri de incelemeyi amaçladık. Biyoaktif kanal patları ile Qmix'in biyoaktiviye etkilerinin araştırıldığı bir çalışmaya literatürde rastlamadığımızdan, bu irrigasyon solüsyonunu da çalışmamıza dahil ettik.

Zmener yaptığı çalışmada farklı miktardaki kök kanal nemi varlığının, kanal patlarının sızdırmazlığı üzerine etkilerini incelemiştir.. Kanallar şekillendirilirken her ege değişiminde 10 ml 5.25'lik NaOCI kullanmıştır. Şekillendirmeden sonra kanallar %17'lik EDTA 1 dakika boyunca irrigate edilen dişler, artık solüsyonların temizlenmesi için son olarak 10 ml distile su ile irrigate etmiştir. Daha sonra kanalların nem düzeylerini kurudan ıslağa doğru 4 farklı derecede tanımlamıştır. İlk grupta kanalları paper pointler ile kuruladıktan sonra %95 etanol ile dehidre etmiştir. 2. grupta kanalları son paper pointi kuru görünceye kadar kurulamıştır. 3. grupta kanalları luer adaptörü ile 5 saniye boyunca düşük vakumda kuruladıktan sonra 1

paper pointle 1 saniye kurulamıştır. 4. grupta ise kanalları tamamen su ile dolu olarak bırakmıştır (107). Çalışmamızda bu yöntemden farklı olarak, bütün kanallar final irrigasyondan sonra 2 adet #40 paper point ile kurulanmış, nemli olarak bırakılmıştır. Bu çalışma ışığında final irrigasyondan önce ise kanallar, artık solüsyonların uzaklaştırılması için distile su ile yıkanmıştır.

Kanallar, final irrigasyon işlemi yapıldıktan sonra TF adaptive guta perkalar ve biyoseramik esaslı Endosequence BC sealer ve MTA Fillapex kanal patları ile doldurulmuştur.

Loushine ve ark. BC sealerin sitotoksitesi ve sertleşme özellikleri ile ilgili yaptıkları çalışmada AH Plus ve Pulp Canal Sealer EWT ile karşılaştırılmıştır. BC sealerden oluşan disklerin içerisine farklı miktarda su damlatılarak sertleşme zamanı ölçülmüştür. Su damlatılmayan örneklerde ilk sertleşme 72 saat sonra, son sertleşme ise 240 saat sonra olmuştur. Örneklere su damlatıldığında ise ilk sertleşmenin 108 saate çıktığı final sertleşmenin ise 168 saate düştüğü görülmüştür. Patın hidrofilik özelliği burada ortaya çıkmaktadır. AH Plus ile BC sealer sitotoksiteleri karşılaştırıldığında ise 6 hafta süre içerisinde AH Plus'ın sitotoksitesinin azaldığı, bunun aksine BC Sealerin bir miktar sitotoksik kaldığı görülmüştür. Pulp Canal Sealer ise bütün çalışma boyunca sitototoksik görülmüştür (9). Biz ise çalışmamızda sertleşme zamanı ve sitotoksitesi yerine BC Sealer'in biyoaktivitesini araştırdık.

Zhang ve ark. yaptıkları çalışmada BC Sealer -Kanada'da üretilen ismiyle iRoot SP- ve AH Plus'ın apikal sızıntı miktarlarını incelemişlerdir. 3 gruba ayrılan örneklerden 1. grup iRoot SP ile devamlı ısı kondansasyon tekniği, 2. grup iRoot SP ile tek kon tekniği ve 3. grup AH Plus ile devamlı ısı kondansasyon tekniği ile doldurulmuştur. Daha sonra apikal sızıntı sıvı filtrasyon tekniği ile 24 saat, 1 hafta, 4 hafta ve 8 hafta periyodlarında ölçümler yapılmıştır. Daha sonra SEM görüntüleri alınarak hangi mekanizmaların sızıntıdan sorumlu olduğu değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre zamanın sızıntıya etki etmediği ve grupların arasında sızıntı açısından fark olmadığı belirlenmiştir. SEM görüntüleri ile bütün gruplarda boşluklu ve boşluksız bölgeler belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışma devamlı ısı kondansasyon

tekniki ile tek kon tekniğinin kullanılmasının sonuca etki etmediğini göstermiştir (10). Bizim çalışmamızda BC Sealer'in farklı irrigasyon solüsyonları ile etkileşiminin biyoaktiviteye etkisi incelenmiştir. Ancak çalışmamız 1,4 ,8 hafta gibi zamana yayılan bir çalışma değildir.

Özkoçak ve ark. yaptıkları çalışmada dentin yüzeyinde irrigant ve Er:YAG lazer kullanımının çeşitli kanal patlarının adezyonuna etkisini push –out testi incelemiştir. Çalışmada sealer olarak Endosequence BC Sealer, AH Plus Jet ve Real Seal 3 gruba, dentin uygulaması olarak distile su, kalsiyum hidroksit, sodyum hipoklorit, EDTA ve Er:YAG lazer 5 alt gruba ayrılmıştır. 1 hafta 37°C %100 nem oranında bekletilmiştir. Daha sonra push out testi yapılmıştır. Her gruptan 3 rastgele örnek SEM'de incelenmiştir. Sonuçlara göre NaOCI grupları hariç rezin bazlı kök kanal patları, biyoseramik içeren kanal patına göre daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. EDTA ve Er:YAG lazer kullanımı smear tabakasını uzaklaştırmış ve bağlanma dayanımını yükseltmiştir (79). Shokouhinejad ve ark. smear tabakasının gutta perka ile BC sealer arasındaki bağlanma dayanımına etkilerini çalışmalarında incelemiştir. Benzer olarak bu çalışmada da push-out testi kullanılmıştır. Sonuç olarak smear tabakasının bağlanma dayanımına etkisi olmadığını bildirmişlerdir (87). Bizim çalışmamız bu çalışmalara göre yöntem ve kullanılan materyaller göz önüne alındığında farklılık göstermektedir.

Candeiro ve ark. yaptıkları çalışmada BC Sealer'in akışkanlığını, radyoopasitesini, pH'ını ve kalsiyum iyon salınımını AH Plus ile karşılaştırmışlardır. BC Sealer AH Plus'a göre daha az radyoopaklık göstermiştir. Ph ve Ca iyonu salınım AH Plus'a göre BC Sealer'da daha yüksek çıkmıştır. Akışkanlık testinde ise BC Sealer AH plus'a üstünlük sağlamıştır. Ca iyonun salınımının yüksek çıkması BC Sealerin hidrasyon reaksiyonu ile açıklanmıştır. Sonuçlara göre yüksek pH, hidrofilite ve kalsiyum hidroksit difüzyonu yüksek antimikrobiyal etkiye işaret etmektedir (85). Bizim çalışmamıza göre yöntemler ve sonuç bakımından benzerlik içermemektedir. BC Sealer yüksek Ca iyonu salınımı, yüksek akışkanlığı, hidrofilik ve antibakteriyel özellikleriyle birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Bizde çalışmamızda bu özellikleri dikkate alarak bu kanal patını çalışmamıza dahil ettik.

Çalışmamızdaki örneklerin bir bölümü MTA içeren biyoseramik esaslı kanal patı olarak MTA Fillapex kullanılarak doldurulmuştur.

Silva ve ark. MTA Fillapex'in sitotoksitesini ve fizikokimyasal özelliklerini AH Plus ile karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. Sitotoksiste, , radyoopasite ve akışkanlık değerleri ISO gereksinimleri takip edilerek yapılmıştır. Ph seviyeleri 3, 24, 72, ve 168 saatlerde ölçülmüştür. Sitotoksiste için kimyasal ayırıcılar kullanılıp 1-4 haftalık periyoda hücre canlılıklarına bakılmıştır. Bütün test periyodlarında MTA Fillapex AH Plus'a göre daha sitotoksik bulunmuştur. AH plus ise MTA Fillapex'e göre daha radyoopak bulunmuştur. MTA Fillapex bütün deney boyunca alkalın ph göstermiştir. AH Plus ise nötr değerlere yakın ph bulunmuştur. Ayrıca MTA Fillapex'in akıcılığı AH Plus'a göre yüksek bulunmuştur (108). Vitti ve ark. benzer bir çalışmada akışkanlık, çalışma zamanı ve sertleşme zamanı açısından AH Plus'ın MTA Fillapex'e üstünlük sağladığını, çözünürlük ve su absorpsiyonu özellikleri bakımından da önde olduğunu bildirmişlerdir (109). Yoshino ve ark. ise yaptıkları çalışmada MTA Fillapex ve beyaz MTA'yı sitotoksiste açısından karşılaştırmışlar ve MTA Fillapexin daha fazla sitotoksiste gösterdiğini bildirmişlerdir (110).

Akçay ve ark. yaptıkları bir çalışmada; farklı final irrigasyonlarından sonra, dentin penetrasyonu yönünden karşılaştırıldığında MTA Fillapex'in AH plus ve iRoot SP'ye göre apikal üçlüdeki dağılımını daha az bulmuşlardır (90).

Amoroso ve ark. AH Plus ile MTA Fillapex'i karşılaştırdıkları araştırmalarında AH Plus patının çözünürlük oranını MTA Fillapex'e göre belirgin oranda düşük bulmuşlardır. Buna karşılık MTA Fillapex akışkanlık ve sertleşme süresi bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Sertleşme sonrası büzülme stresi oluşumu MTA Fillapex'te AH Plusa göre fazla görülmüştür (91).

Gomes ve ark. yaptıkları çalışmada Sealapex, MTA Fillapex ve MTA materyallerinin sitotoksitesini ratlar üzerinde incelemişlerdir. MTA fillapex , MTA ve Sealapex'e göre fibroblastlar üzerinde daha fazla sitotoksiste göstermiştir (92).

Yukarıdaki çalışmalarda olduğu gibi MTA Fillapex'in birçok özelliği araştırılmaya devam edilmektedir. Ancak bizim çalışmamızda olduğu gibi MTA Fillapex'in kanal patlarıyla etkileşimini biyoaktivite yönünden inceleyen bir çalışmaya literatür taramamızda rastlanmamıştır. Bu sebeple çalışmamıza MTA Fillapex'i dahil etmeyi düşündük.

Çalışmamızda olduğu gibi kanal patlarının, irrigasyon solüsyonları ile kombine kullanıldığı çalışmalarda mevcuttur. Du ve ark. yaptıkları çalışmada MTA Fillapex ve BC sealer, AH Plus kanal patlarını NaOCI ile kombine ederek, bu kombinasyonların dentin kanallarındaki bakteri biyofilmi üzerine etkilerini incelemişlerdir (111). Kara ve ark. ise yaptıkları çalışmada farklı final irrigasyon solüsyonlarının dentin tübülü penetrasyonu üzerine etkisini araştıran bir çalışma yapmışlardır (105). Bodrumlu ve ark. da irrigasyon solüsyonlarının kanal patlarının tıkama yeteneğine etkilerini incelemişlerdir (112). Biz ise çalışmamızda Kalsiyum-fosfat ve MTA bazlı kanal patları MTA Fillapex ve BC sealer'i farklı irrigasyon solüsyonları ile kombine ederek biyoaktiviteye olan etkilerini inceledik.

Sarkar ve ark. çekilmiş insan dişleri üzerinde yaptıkları çalışmada, MTA'yı distile suyla karıştırıp uygulanabilecek hale getirmişlerdir. Dişlerin köklerini ProFile eğe sistemi ile şekillendirmişler, smear tabakasını kaldırmak için %5.25 NaOCI ve şelatör ajan olarak GlydeFile Prep kullanmışlardır. Karışım halindeki MTA'yı köklere uygulamışlardır. Daha sonra sentetik doku sıvısına (fosfatlı salin) 2 aylık süre ile batırmışlardır. Elektron mikroskobu ile görüntülediklerinde bu örneklerde dentin duvarlarında küre şeklinde hidroksiapatit benzeri yapının olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca enerji dağılımlı x-ray spektroskopisinde bu yapılarda Ca, O, P, Si elementlerinin yüksek miktarda olduğu tespit etmişlerdir. İleri analizlerde ise x ışını difraktometre yöntemi (XRD) ile hidroksiapatit benzeri yapıların kırınım çizgilerine bakıldığında yapıların hidroksiapatit olduğu görülmüştür. MTA ve dentin yüzeyleri arasındaki çapraz kesitler optik mikroskop ile incelendiğinde dentin duvar ile MTA arasında beyaz yüzeylerarası tabaka gözlemlenmiş ve bu tabakanın dentin duvarları içerisine doğru büyüme eğiliminde olduğunu görmüşlerdir (95). Bu bilgilere dayanarak çalışmamızda da smear tabakasını kaldırmak için %5'lik NaOCI

ve şelatör olarak EDTA kullandık. Taramalı elektron mikroskobu ile aldığımız görüntülerde de dentin tübülleri içerisinde küre şeklinde hidroksiapatit benzeri yapıların oluştuğunu gözlemledik. Ancak yöntem olarak, bizim çalışmamızda x ışını difraktometre (XRD) yöntemi kullanılmamıştır.

Han ver ark. tek köklü insan dişleri ile yaptıkları çalışmada BC sealer, WMTA(white MTA) ve Biodentine materyallerini karşılaştırmışlardır. 65 çürüksüz ortodontik nedenle çekilmiş diş orta 3'lüden 3 mm diskler şeklinde kesmişler #80 K-file eğeler ile şekillendirmişlerdir. Kanalları %17'lik EDTA ve %3'lük NaOCI ile 1'er dakika irrigate etmişler daha sonra distile su ile yıkamışlardır. Paper pointlerle kurutmuşlar ve daha sonra kontrol grubu dahil 4 grup halinde ayırmışlardır. 4 gruptan oluşan dişleri WMTA, Biodentine ve BC sealer ile doldurup 24 saat ilk sertleşme için bekletmişlerdir. Daha sonra fosfatlı salin solüsyonuna batırıp 24 saat, 7 gün, 30 gün ve 90 günlük periyotlarda ölçümler yapmışlardır. Kontrol grubunu fosfatlı saline batırılmamış ve doldurulmamış olarak bırakmışlardır. SEM ve EDS ile yapılan elementel ve morfolojik analizlerde bütün materyallerin dentin tübülleri içerisinde iğnemsî veya çita şeklinde çökelti oluşturduğu görülmüştür. BC sealer daha çok iğnemsî görüntüler sergilemiştir. Biodentin ve WMTA ise daha çok çita benzeri görüntüler göstermiştir. Elementel analizde çökelti içeriği kalsiyum, fosfor, karbon, oksijen, silika ve diğer eser elementler olarak görülmüştür.(84) Dentin tübülleri içerisindeki saçak benzeri yapılarda Ca açısından zengin ve ancak Si açısından fakir bir kompozisyon oluştuğu belirlenmiştir. Ancak WMTA da Si miktarı daha yüksek bulunmuştur. Elementel çizgi analizi ile Ca ve Si çökeltilerinin dentin tübülleri içerisindeki derinliklerine bakıldığında Biodentine materyali WMTA ve BC sealer'e göre üstün görülmüştür (84).

Bizim Çalışmamızda MTA Fillapex ve BC sealer gibi sadece kanal patı formundaki materyaller karşılaştırıldı. Biodentine ve WMTA gibi kök kanal tamir materyalleri çalışmamızda kullanılmamıştır. SEM görüntülerine baktığımızda bu çalışmanın aksine bütün gruplarda dentin içerisinde çoğunlukla küre ve küp şeklinde çökeltiler görüldü. BC sealer içeren gruplarda daha çok küre şeklinde, MTA fillapex içeren gruplarda ise daha çok küp şeklinde görüntüler elde edildi. Kanal patlarının

içeriklerinin farklı olması ve final irrigasyonda irrigasyon solüsyonları ile kanalların nemli bırakılması, şekiller arasında fark yaratmış olabilir. Ayrıca görülen çökeltilerde Ca açısından zengin Si açısından fakir kompozisyon belirlenmiştir. Bu sonuçlar materyallerin biyoaktivite özelliğini göstermektedir. Çalışmamızda elementel çizgi analizi, sadece bir hat üzerinde yapılması ve noktasal Ca ve Si değerlerine dayanması sebebi ile gözden kaçabilecek çökeltilerin olabileceği düşünülerek uygulanmamıştır. Çalışma zamanı göz önüne alındığında bu çalışmadan farklı olarak örneklerimiz 14 gün fosfatlı salin solüsyonunda bekletilmiştir.

Yaptığımız çalışma sonuçlarına göre kullanılan kanal patları , irrigasyon solüsyonları ile nemli bırakılmış dentin tübüllerinde biyoaktif özelliğini kaybetmemiş, Ca'dan zengin ve Si'den fakir ,hidroksiapatit benzeri çökeltiler oluşturmuştur.

BC Sealer, MTA Fillapex ile irrigasyon solüsyonları farketmeksizin karşılaştırıldığında, apikaldeki ve kuronaldeki atomik Ca yüzdeleri anlamlı şekilde yüksek çıkmıştır.

İrrigasyon solüsyonları kanal patları farketmeksizin Ca yüzdeleri değerlendirildiğinde distile su, diğerlerine göre üstünlük göstermiştir. EDTA en düşük değerlerde kalmıştır.

Kanal patları ve irrigasyon solüsyonları birbirlerinden bağımsız değerlendirildiklerinde anlamlı etki göstermişlerdir. Fakat kombine edildiklerinde değerlere etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

Atomik Si yüzdesi değerlerine bakıldığında apikalde ve kuronalde değerler Ca değerlerine göre çok düşük bulunmuştur. İrrigasyon solüsyonları fark etmeksizin, kanal patları arasında apikalde ve kuronalde atomik Si yüzdesi açısından belirgin bir fark bulunmamıştır. Kanal patları farketmeksizin, irrigasyon solüsyonları arasında atomik Si yüzdesi açısından belirgin bir fark bulunamamıştır. Kontrol grubuna göre Ca ve Si atomik yüzdeleri belirgin derecede yüksek çıkmıştır.

Tablo 5.1. Çalışmamızda kullanılan kanal patlarının içerikleri.

	Kanal patı	İçerik
Kalsiyum-silikat bazlı sealer	BC Sealer	Zirkonyum oksit, kalsiyum silikat, monobazik kalsiyum fosfat, kalsiyum hidroksit, doldurucu ve inceltici ajan
MTA bazlı sealer	MTA Fillapex	Salisilat rezin, sulandırıcı rezin, doğal rezin, bizmut trioksit, MTA (trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyumoksit, trikalsiyum aluminat), pigmentler

Al haddad ve ark. yaptıkları derlemede MTA fillapex ve BC sealer kanal patlarının içeriklerini göstermişlerdir (113) (Tablo 5.1.). Loushi ve ark. bildirdiklerine göre BC sealer'in sertleşme reaksiyonu iki fazlı bir reaksiyondur. Birinci fazda monobazik kalsiyum fosfat, su varlığında kalsiyum hidroksit ile tepkime vererek su ve hidroksiapatit oluşturur. İkinci fazda ise, dentin nemliği ve ilk fazda oluşan su ile birlikte kalsiyum silikat parçacıkları hidrate olurlar. Dentin nemliliği ve su BC sealer'in sertleşme reaksiyonunda katalizör görevi görmektedir (9). Darwell ve Wu'ya göre MTA materyalinin sertleşme reaksiyonu oldukça komplike bir reaksiyondur (114). Ancak MTA bazlı kanal patlarının sertleşme reaksiyonunun tanımına literatürde henüz rastlanmamıştır. Çalışmamızda dentin tübüllerinde bırakılan irrigasyon solüsyonlarının sertleşme reaksiyonlarına büyük bir etkisi olmadığı dentin tübülleri içerisindeki hidroksiapatit oluşumlarına bakılarak söylenebilir. Distile su, içeriğinde farklı bir kimyasal olmadığı için reaksiyonların daha verimli bir biçimde gerçekleşmesine sebep olmuş olabilir. Ancak EDTA inorganik çözücü olmasından dolayı, kanal patlarının içeriğindeki inorganik materyalleri bir miktar çözmüş olabilir. Çalışmamızda EDTA kullanılan gruplarda atomik Ca yüzdelерinin diğer gruplara göre düşük çıkması bu görüşü desteklemektedir. Kanal patları irrigasyon solüsyonlarından bağımsız değerlendirildiğinde BC Sealer kullanılan gruplarda MTA Fillapex kullanılan gruplara göre Ca yüzdesinin daha yüksek bulunmasının sebebi BC sealer içeriğindeki Ca miktarının fazla olmasından kaynaklanabilir. Ancak kanal patlarının içerisindeki Ca bileşiği miktarlarının incelendiği bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır.

Patel ve ark. yaptıkları *in vivo* çalışmada hidroksiapatit ve Si ikameli hidroksiapatit granüllerinin davranışlarını incelemişlerdir. Saf hidroksiapatit ve Si ikameli hidroksiapatit granülleri Yeni Zelanda tavşanlarının femoral kondiline implante edilmiş ve 23 gün beklenmiştir. Sonuçlara bakıldığında iki granül tipide

alıcı tarafından hiçbir enflamatuvar cevap olmadan kabul edilmiştir. Yeni kemik oluşumu saf hidroksiapatit ve Si ikameli hidroksiapatit granülleri arasında tespit edilmiştir. Kantitatif histomorfometri sonuçlarına göre Si ikameli Hidroksiapatit içerisindeki kemik büyüme yüzdesi, saf hidroksiapatit içerisindeki büyüme yüzdesine göre belirgin bir biçimde yüksek bulunmuştur. Buna ek olarak kemik/ implante granül kaplama yüzdesi Si ikameli hidroksiapatit granüllerinde, saf hidroksiapatite göre yüksek bulunmuştur. Bu bulgulara göre hidroksiapatit granülleri Si ile ikame edildiğinde *in vivo* hidroksiapatit biyoaktivitesinin daha yüksek olduğu görülmüştür (115). Çalışmamızda bütün gruplarda dentin tübüllerinde Si içerikli hidroksiapatit benzeri çökeltiler görülmüştür. Gruplardaki Si değerlerine bakıldığında anlamlı farklılık yoktur. Patel ve Ark yaptıkları çalışmaya göre kullandığımız kanal patlarının biyoaktivite özellikleri arasında fark olmadığını söyleyebiliriz. Ancak çalışmamız *in vitro* bir çalışmadır. *In vivo* etkileri için canlı üzerinde uzun süreye yayılmış çalışmalar yapılarak etkiler incelenebilir.

BC Sealer kullanılan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı olmasada Si değerleri MTA fillapex kullanılan gruplara göre düşük çıkmıştır. Bunun MTA Fillapex içeriğinde daha fazla Si bulunmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

1. Tüm deney gruplarında yer alan örneklerden alınan SEM görüntülerinde ve elementel analizlerde, materyal-dentin arayüzüne komşu dentin tübülleri içerisinde Ca açısından zengin Si açısından fakir ve P, C, O elementleri içeren hidroksiapatit benzeri çökeltiler oluşmuştur. Ca ve Si atomik ortalama değerleri tüm gruplarda kontrol gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).
2. Distile Su, BC Sealer ve MTA Fillapex ile diğer solüsyonlara göre belirgin olmasa da daha iyi uyum göstermiştir. EDTA ise en kötü uyumu göstermiştir.
3. BC sealer kullanılan gruplarda, MTA fillapex'e göre apikal ve kuronalde daha fazla Ca içerikli çökelti oluşmuştur. Apikal tıkama yeteneğinin bu sebeple daha iyi olacağı öngörülebilir.
4. EDTA kullanılan gruplarda, diğer irrigantlara göre Ca ve Si yüzdelерinin belirgin düşmesine sebep olmuştur. Bu sebeple final irrigasyon solüsyonu olarak kullanımı önerilmemektedir.
5. CHX, NaOCI, EDTA ve Qmix kullanılan gruplarda Distile su kullanılan gruplara göre Ca ortalama değerleri düşük bulunmuştur. Bu yüzden irrigasyon solüsyonlarının biyoaktivite üzerinde etkisi olduğu söylenebilir.
6. Irrigasyon solüsyonları biyoseramik esaslı kanal patlarıyla etkileştiğinde biyoaktiviteyi durdurmamakta ancak oluşan hidroksiapatit miktarını etkilemektedir.
7. Örneklerin fosfatlı salinde daha uzun zaman aralıklarında bekletilerek analizlerinin yapılması, uzun süreli etkileri gözlemlemek açısından yararlı olabilir.
8. *In vivo* çalışmalar canlı ortamın birebir taklit edilmesi açısından *in vitro* çalışmalara göre daha avantajlı olabilir.

7. KAYNAKLAR

1. **Siqueira JF, Jr.** Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *International endodontic journal*. 2001;34(1):1-10.
2. **Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K.** Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of endodontics*. 1990;16(10):498-504.
3. **Kojima K, Inamoto K, Nagamatsu K, Hara A, Nakata K, Morita I, et al.** Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2004;97(1):95-9.
4. **Lin LM, Skribner JE, Gaengler P.** Factors associated with endodontic treatment failures. *Journal of endodontics*. 1992;18(12):625-7.
5. **Grotra D, Subbarao CV.** **Bioactive materials in endodontics.** *Recent research in science and Technology*. 2012;4(6):25-7.
6. **Gandolfi MG, Ciapetti G, Perut F, Taddei P, Modena E, Rossi PL, et al.** Biomimetic calcium-silicate cements aged in simulated body solutions. Osteoblast response and analyses of apatite coating. *Journal of applied biomaterials & biomechanics : JABB*. 2009;7(3):160-70.
7. **Damas BA, Wheeler MA, Bringas JS, Hoen MM.** Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and EndoSequence bioceramic root repair materials. *Journal of endodontics*. 2011;37(3):372-5.
8. **Ardeshtyrlajimi A, Mossahebi-Mohammadi M, Vakilian S, Langroudi L, Seyedjafari E, Atashi A, et al.** Comparison of osteogenic differentiation potential of human adult stem cells loaded on bioceramic-coated electrospun poly (L-lactide) nanofibres. *Cell proliferation*. 2015;48(1):47-58.
9. **Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN, et al.** Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *Journal of endodontics*. 2011;37(5):673-7.
10. **Zhang W, Li Z, Peng B.** Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2009;107(6):e79-82.
11. **Zhang W, Li Z, Peng B.** Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicate-based canal filling material. *International endodontic journal*. 2010;43(9):769-74.
12. **Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A, Cehreli ZC, Vallittu PK, Lassila LV, et al.** Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *Journal of endodontics*. 2012;38(2):240-4.
13. **Hess D, Solomon E, Spears R, He J.** Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *Journal of endodontics*. 2011;37(11):1547-9.
14. **Zhang H, Shen Y, Ruse ND, Haapasalo M.** Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *Journal of endodontics*. 2009;35(7):1051-5.
15. **Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR.** Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of endodontics*. 1995;21(7):349-53.

16. **Vanderweele RA, Schwartz SA, Beeson TJ.** Effect of blood contamination on retention characteristics of MTA when mixed with different liquids. *Journal of endodontics*. 2006;32(5):421-4.
17. **Camilleri J.** Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. *International endodontic journal*. 2007;40(6):462-70.
18. **Holland R, de Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabe PF, Dezan Junior E.** Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *Journal of endodontics*. 1999;25(11):728-30.
19. **Holland R, Filho JA, de Souza V, Nery MJ, Bernabe PF, Junior ED.** Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. *Journal of endodontics*. 2001;27(4):281-4.
20. **Bozeman TB, Lemon RR, Eleazer PD.** Elemental analysis of crystal precipitate from gray and white MTA. *Journal of endodontics*. 2006;32(5):425-8.
21. **Tay FR, Pashley DH, Rueggeberg FA, Loushine RJ, Weller RN.** Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the portland cement component of white mineral trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. *Journal of endodontics*. 2007;33(11):1347-51.
22. **McDonnell G, Russell AD.** Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical microbiology reviews*. 1999;12(1):147-79.
23. **Violich DR, Chandler NP.** The smear layer in endodontics - a review. *International endodontic journal*. 2010;43(1):2-15.
24. **Baumgartner JC, Brown CM, Mader CL, Peters DD, Shulman JD.** A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. *Journal of endodontics*. 1984;10(11):525-31.
25. **cBaumgartner JC, Mader CL.** A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *Journal of endodontics*. 1987;13(4):147-57.
26. **Haapasalo M, Orstavik D.** In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *Journal of dental research*. 1987;66(8):1375-9.
27. **Orstavik D, Haapasalo M.** Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endodontics & dental traumatology*. 1990;6(4):142-9.
28. **Zamany A, Safavi K, Spangberg LS.** The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2003;96(5):578-81.
29. **Pai S, Thomas MS.** The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *Journal of endodontics*. 2011;37(6):741; author reply -3.
30. **WD M.** The micro-organisms of the human mouth: the local and general diseases which are caused by them 1890.
31. **Keyes PH.** The infectious and transmissible nature of experimental dental caries. Findings and implications. *Archives of oral biology*. 1960;1:304-20.
32. **Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ.** The Effects of Surgical Exposures of Dental Pulp in Germ-Free and Conventional Laboratory Rats. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*. 1965;20:340-9.

33. **Love RM, Jenkinson HF.** Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American Association of Oral Biologists. 2002;13(2):171-83.
34. **Alaçam T.** Endodonti. Ankara: Öztürk Matbaacılık; 2012.
35. **Tanomaru-Filho M, Miano LM, Chavez-Andrade GM, Torres FF, Leonardo Rde T, Guerreiro-Tanomaru JM.** Cleaning of Root Canal System by Different Irrigation Methods. The journal of contemporary dental practice. 2015;16(11):859-63.
36. **Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J.** An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. Journal of endodontics. 1995;21(5):277-80.
37. **Hauser V, Braun A, Frentzen M.** Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo). International endodontic journal. 2007;40(8):644-52.
38. **Ram Z.** Effectiveness of root canal irrigation. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology. 1977;44(2):306-12.
39. **Chow TW.** Mechanical effectiveness of root canal irrigation. Journal of endodontics. 1983;9(11):475-9.
40. **Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR.** Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. Journal of endodontics. 2009;35(6):791-804.
41. **Huang TY, Gulabivala K, Ng YL.** A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. International endodontic journal. 2008;41(1):60-71.
42. **Stamos DE, Sadeghi EM, Haasch GC, Gerstein H.** An in vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. Journal of endodontics. 1987;13(9):434-40.
43. **Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW.** A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. Journal of endodontics. 2003;29(10):674-8.
44. **Zehnder M.** Root canal irrigants. Journal of endodontics. 2006;32(5):389-98.
45. **Whitten BH, Gardiner DL, Jeanson BG, Lemon RR.** Current trends in endodontic treatment: report of a national survey. Journal of the American Dental Association. 1996;127(9):1333-41.
46. **Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Favieri A, Lima KC.** Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. Journal of endodontics. 2000;26(6):331-4.
47. **Çalışkan K.** Endodontide Tanı ve Tedaviler. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2006. 315-50 p.
48. **Zehnder M, Lehnert B, Schonenberger K, Waltimo T.** [Irrigants and intracanal medicaments in endodontics]. Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odontostomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia / SSO. 2003;113(7):756-63.
49. **Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y.** Irrigation in endodontics. British dental journal. 2014;216(6):299-303.

50. **Homayouni H, Majd NM, Zohrehei H, Mosavari B, Adel M, Dajmar R, et al.** The Effect of Root Canal Irrigation with Combination of Sodium Hypo-chlorite and Chlorhexidine Gluconate on the Sealing Ability of Obturation Materials. *The open dentistry journal*. 2014;8:184-7.
51. **Moorer WR, Wesselink PR.** Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *International endodontic journal*. 1982;15(4):187-96.
52. **Dogan H, Qalt S.** Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *Journal of endodontics*. 2001;27(9):578-80.
53. **Buchanan LS.** The art of endodontics: cleaning and shaping the root canal system. The apical preparation. Part IV of a four-part series on cleaning and shaping root canals. *Dentistry today*. 1994;13(1):50, 2.
54. **Pashley DH.** Smear layer: physiological considerations. *Operative dentistry Supplement*. 1984;3:13-29.
55. **Yoshida T, Shibata T, Shinohara T, Gomyo S, Sekine I.** Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. *Journal of endodontics*. 1995;21(12):592-3.
56. **Ciucchi B, Khettabi M, Holz J.** The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *International endodontic journal*. 1989;22(1):21-8.
57. **Fachin EV, Scarparo RK, Massoni LI.** Influence of smear layer removal on the obturation of root canal ramifications. *Journal of applied oral science : revista FOB*. 2009;17(3):240-3.
58. **Timpawat S, Vongsavan N, Messer HH.** Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. *Journal of endodontics*. 2001;27(5):351-3.
59. **Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A.** Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International endodontic journal*. 2003;36(12):810-30.
60. **Ferguson DB, Marley JT, Hartwell GR.** The effect of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: long-term results. *Journal of endodontics*. 2003;29(2):91-4.
61. **Sassone LM, Fidel RA, Murad CF, Fidel SR, Hirata R, Jr.** Antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine by two different tests. *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endontology Inc*. 2008;34(1):19-24.
62. **Kuruvilla JR, Kamath MP.** Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *Journal of endodontics*. 1998;24(7):472-6.
63. **Mohammadi Z, Abbott PV.** The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *International endodontic journal*. 2009;42(4):288-302.
64. **Basrani B, Ghanem A, Tjaderhane L.** Physical and chemical properties of chlorhexidine and calcium hydroxide-containing medications. *Journal of endodontics*. 2004;30(6):413-7.
65. **Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JA.** Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *International endodontic journal*. 2004;37(1):38-41.
66. **Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ.** In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *Journal of endodontics*. 2001;27(7):452-5.

67. **Pukallus ML, Plonka KA, Barnett AG, Walsh LJ, Holcombe TF, Seow WK.** A randomised, controlled clinical trial comparing chlorhexidine gel and low-dose fluoride toothpaste to prevent early childhood caries. *International journal of paediatric dentistry / the British Paedodontic Society [and] the International Association of Dentistry for Children.* 2013;23(3):216-24.
68. **Manthena S, Ramesh A, Srikanth A, Ramoji Rao MV, Preethi PL, Samatha YP.** Comparative evaluation of subgingivally delivered chlorhexidine varnish and chlorhexidine gel in reducing microbial count after mechanical periodontal therapy. *Journal of basic and clinical pharmacy.* 2014;6(1):24-8.
69. **Laugisch O, Ramseier CA, Salvi GE, Hagi TT, Burgin W, Eick S, et al.** Effects of two different post-surgical protocols including either 0.05 %chlorhexidine herbal extract or 0.1 %chlorhexidine on post-surgical plaque control, early wound healing and patient acceptance following standard periodontal surgery and implant placement. *Clinical oral investigations.* 2016.
70. **Yamashita JC, Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Rossi MA, Silva LA.** Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. *International endodontic journal.* 2003;36(6):391-4.
71. **O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC.** A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *Journal of endodontics.* 2000;26(12):739-43.
72. **Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T.** Chelation in root canal therapy reconsidered. *Journal of endodontics.* 2005;31(11):817-20.
73. **Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M.** Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *International endodontic journal.* 2012;45(4):363-71.
74. **Rasimick BJ, Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS.** Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *Journal of endodontics.* 2008;34(12):1521-3.
75. **Kara Tuncer A.** Effect of QMix 2in1 on sealer penetration into the dentinal tubules. *Journal of endodontics.* 2015;41(2):257-60.
76. **Kuci A, Alacam T, Yavas O, Ergul-Ulger Z, Kayaoglu G.** Sealer penetration into dentinal tubules in the presence or absence of smear layer: a confocal laser scanning microscopic study. *Journal of endodontics.* 2014;40(10):1627-31.
77. **Economides N, Liolios E, Kolokuris I, Beltes P.** Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. *Journal of endodontics.* 1999;25(2):123-5.
78. **Bidar M, Sadeghalhoseini N, Forghani M, Attaran N.** Effect of the smear layer on apical seals produced by two calcium silicate-based endodontic sealers. *Journal of oral science.* 2014;56(3):215-9.
79. **Ozkocak I, Sonat B.** Evaluation of Effects on the Adhesion of Various Root Canal Sealers after Er:YAG Laser and Irrigants Are Used on the Dentin Surface. *Journal of endodontics.* 2015;41(8):1331-6.
80. **Neelakantan P, Sharma S, Shemesh H, Wesselink PR.** Influence of Irrigation Sequence on the Adhesion of Root Canal Sealers to Dentin: A Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Push-out Bond Strength Analysis. *Journal of endodontics.* 2015;41(7):1108-11.
81. **Razmi H, Bolhari B, Karamzadeh Dashti N, Fazlyab M.** The Effect of Canal Dryness on Bond Strength of Bioceramic and Epoxy-resin Sealers after Irrigation with Sodium Hypochlorite or Chlorhexidine. *Iranian endodontic journal.* 2016;11(2):129-33.

82. **Koch KA, Brave DG, Nasseh AA.** Bioceramic technology: closing the endo-restorative circle, Part I. Dentistry today. 2010;29(2):100-5.
83. **Kossev D, Stefanov, V.** Ceramics-based sealers a new alternative to currently used endodontics sealers. Roots. 2009;1:42-8.
84. **Han L, Okiji T.** Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. International endodontic journal. 2013;46(9):808-14.
85. **Candeiro GT, Correia FC, Duarte MA, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G.** Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. Journal of endodontics. 2012;38(6):842-5.
86. **Zoufan K, Jiang J, Komabayashi T, Wang YH, Safavi KE, Zhu Q.** Cytotoxicity evaluation of Gutta Flow and Endo Sequence BC sealers. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics. 2011;112(5):657-61.
87. **Shokouhinejad N, Gorjestani H, Nasseh AA, Hoseini A, Mohammadi M, Shamshiri AR.** Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer. Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endodontology Inc. 2013;39(3):102-6.
88. **Parirokh M, Torabinejad M.** Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-- Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. Journal of endodontics. 2010;36(1):16-27.
89. **Camilleri J.** Modification of mineral trioxide aggregate. Physical and mechanical properties. International endodontic journal. 2008;41(10):843-9.
90. **Akcay M, Arslan H, Durmus N, Mese M, Capar ID.** Dentinal tubule penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA fillapex, and guttaflow bioseal root canal sealers after different final irrigation procedures: A confocal microscopic study. Lasers in surgery and medicine. 2016;48(1):70-6.
91. **Amoroso-Silva PA, Guimaraes BM, Marciano MA, Duarte MA, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, et al.** Microscopic analysis of the quality of obturation and physical properties of MTA Fillapex. Microscopy research and technique. 2014;77(12):1031-6.
92. **Gomes-Filho JE, Watanabe S, Lodi CS, Cintra LT, Nery MJ, Filho JA, et al.** Rat tissue reaction to MTA FILLAPEX(R). Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology. 2012;28(6):452-6.
93. **Han L, Okiji T.** Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. International endodontic journal. 2011;44(12):1081-7.
94. **Bogner A, Jouneau PH, Thollet G, Basset D, Gauthier C.** A history of scanning electron microscopy developments: towards "wet-STEM" imaging. Micron. 2007;38(4):390-401.
95. **Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I.** Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. Journal of endodontics. 2005;31(2):97-100.
96. **Han L, Okiji T, Okawa S.** Morphological and chemical analysis of different precipitates on mineral trioxide aggregate immersed in different fluids. Dental materials journal. 2010;29(5):512-7.
97. **Rueggeberg FA.** Substrate for adhesion testing to tooth structure - review of the literature. Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials. 1991;7(1):2-10.

98. **Goodis HE, Marshall GW, Jr., White JM.** The effects of storage after extraction of the teeth on human dentine permeability in vitro. *Archives of oral biology.* 1991;36(8):561-6.
99. **Caliskan MK, Pehlivan Y, Sepetcioglu F, Turkun M, Tuncer SS.** Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. *Journal of endodontics.* 1995;21(4):200-4.
100. **Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA.** Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *American journal of dentistry.* 2000;13(5):255-60.
101. **Karatas E, Gunduz HA, Kirici DO, Arslan H, Topcu MC, Yeter KY.** Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, ProTaper Next, ProTaper Universal, and WaveOne instruments. *Journal of endodontics.* 2015;41(2):261-4.
102. **Gergi R, Osta N, Bourbouze G, Zgheib C, Arbab-Chirani R, Naaman A.** Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *International endodontic journal.* 2015;48(2):162-70.
103. **Baumgartner JC, Mader CL.** A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *Journal of endodontics.* 1987;13(4):147-57.
104. **Dai L, Khechen K, Khan S, Gillen B, Loushine BA, Wimmer CE, et al.** The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *Journal of endodontics.* 2011;37(1):80-4.
105. **Kara Tuncer A, Tuncer S.** Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. *Journal of endodontics.* 2012;38(6):860-3.
106. **Ballal NV, Jain I, Tay FR.** Evaluation of the smear layer removal and decalcification effect of QMix, maleic acid and EDTA on root canal dentine. *Journal of dentistry.* 2016;51:62-8.
107. **Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA, Vidueira M, Macchi RL.** Significance of moist root canal dentin with the use of methacrylate-based endodontic sealers: an in vitro coronal dye leakage study. *Journal of endodontics.* 2008;34(1):76-9.
108. **Silva EJ, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BP, Zaia AA.** Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *Journal of endodontics.* 2013;39(2):274-7.
109. **Vitti RP, Prati C, Silva EJ, Sinhoreti MA, Zanchi CH, de Souza e Silva MG, et al.** Physical properties of MTA Fillapex sealer. *Journal of endodontics.* 2013;39(7):915-8.
110. **Yoshino P, Nishiyama CK, Modena KC, Santos CF, Sipert CR.** In vitro cytotoxicity of white MTA, MTA Fillapex(R) and Portland cement on human periodontal ligament fibroblasts. *Brazilian dental journal.* 2013;24(2):111-6.
111. **Du T, Wang Z, Shen Y, Ma J, Cao Y, Haapasalo M.** Combined Antibacterial Effect of Sodium Hypochlorite and Root Canal Sealers against *Enterococcus faecalis* Biofilms in Dentin Canals. *Journal of endodontics.* 2015;41(8):1294-8.
112. **Bodrumlu E, Parlak E, Bodrumlu EH.** The effect of irrigation solutions on the apical sealing ability in different root canal sealers. *Brazilian oral research.* 2010;24(2):165-9.
113. **Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA.** Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *International journal of biomaterials.* 2016;2016:9753210.
114. **Darvell BW, Wu RC.** "MTA"-an Hydraulic Silicate Cement: review update and setting reaction. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials.* 2011;27(5):407-22.

115. **Patel N, Best SM, Bonfield W, Gibson IR, Hing KA, Damien E, et al.** A comparative study on the in vivo behavior of hydroxyapatite and silicon substituted hydroxyapatite granules. *Journal of materials science Materials in medicine*. 2002;13(12):1199-206.



ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Sakarya’da doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini burada tamamladıktan sonra 2006 yılında İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesine girmeye hak kazandı. 2012 yılında mezun oldu. 2013 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalında uzmanlık eğitimine başladı. Uzmanlık eğitimini 08/06/2017 tarihinde başarı ile tamamladı.

