T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİDEN KÖK KANAL TEDAVİSİ GEREKTİREN DİŞLERDE FARKLI KANAL PATLARININ DENTİNE PENETRASYONUNUN İNCELENMESİ

Ayşenur EĞEMEN

DOKTORA TEZİ

Endodonti ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Sema BELLİ

KONYA-2021

T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİDEN KÖK KANAL TEDAVİSİ GEREKTİREN DİŞLERDE FARKLI KANAL PATLARININ DENTİNE PENETRASYONUNUN İNCELENMESİ

Ayşenur EĞEMEN

DOKTORA TEZİ

Endodonti ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Sema BELLİ

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 20212007 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA- 2021

ÖNSÖZ

Doktora süreci ve tez çalışmam boyunca bana yol gösteren, birikimlerini benimle paylaşan, güleryüzlü ve şefkatli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Sema BELLİ'ye ,

Doktora eğitimim boyunca yardımlarını esirgemeyen hocalarım Sayın Prof. Dr. Funda Kont ÇOBANKARA, Prof. Dr. Hale Arı AYDINBELGE ve Prof.Dr.Ayçe ÜNVERDİ ELDENİZ'e,

Birlikte çalıştığımız ve tez sürecinde bana destek olan asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca daima yanımda olan, benden sevgi ve desteklerini esirgemeyen, benim için her türlü fedakarlığı yapan, bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan babam Ali EĞEMEN ve annem Refika EĞEMEN'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... **ii**

İÇİNDEKİLER ..... **iii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **v**

ŞEKİLLER, ÇİZELGELER VE TABLOLAR LİSTESİ ..... **vii**

ÖZET ..... **x**

SUMMARY ..... **xi**

1.GİRİŞ **1**

1.1. Kök Kanal Patları 2

1.1.1. İdeal Kök Kanal Patı Özellikleri 3

1.1.2. Çinko Oksit Öjenol Esaslı Kök Kanal Patları 7

1.1.3. Kalsiyum Hidroksit Esaslı Kök Kanal Patları 8

1.1.4. Cam İyonomer Esaslı Kök Kanal Patları 9

1.1.5. Silikon Esaslı Kök Kanal Patları 10

1.1.6. Metakrilat Rezin Esaslı Kök Kanal Patları 11

1.1.7. Epoksi Rezin Esaslı Kök Kanal Patları 13

1.1.8. Bioseramik Esaslı Kök Kanal Patları 15

1.2. Kök Kanal İrrigasyonu 18

1.2.1. Smear Tabakası 19

1.2.2. Sodyum Hipoklorit (NaOCl) 20

1.2.3. Etilen Diamin Tetra Asetikasit (EDTA) 21

1.2.4. Klorheksidin (CHX) 21

1.2.5. Önerilen İrrigasyon Protokolü 21

1.3. Dentin Tübül Penetrasyonu 22

1.4. Dentin Tübül Penetrasyonunun İncelenmesinde Kullanılan Yöntemler 23

1.5. Kök Kanal Tedavisi Tekrarı – Retreatment 26

1.5.1. Kök Kanal Dolgusunun Sökümünde Kullanılan Yöntemler 27

2. GEREÇ VE YÖNTEM 30

2.1. Örneklerin Hazırlanması 30

2.2. Örneklerin Gruplandırılması ve Kök Kanal Obturasyonu 31

2.3. Örneklerden Kesit Alınması 38

2.4. Konfokal Lazer Taramalı Mikroskopi Aşaması 39

2.5. İstatistik Analizi 42

3. BULGULAR 43

4. TARTIŞMA 55

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 73

6. KAYNAKLAR 75

7.EKLER 87

EK- A: Etik Kurul Kararı 87

EK-B : Turnitin Benzerlik Programı Sonucu……..88

8. ÖZGEÇMİŞ 89

SİMGELER ve KISALTMALAR

% **:** Yüzde

Mm **:** Milimetre

pH **:** Asidite Değeri

NaOCl **:** Sodyum Hipoklorit

EDTA **:** Etilen Diamin Tetra Asetik Asit

CHX **:** Klorheksidin

mL **:** Mililitre

Micro- CT **:** Mikro- Bilgisayarlı Tomografi (Micro- Computed Tomography)

SEM **:** Tarayıcı Elektron Mikroskopisi (Scanning Electron Microscopy)

CLSM **:** Konfokal Lazer Taramalı Mikroskopisi (Confocal Laser Scanning Microscopy)

FTIC **:** Florasan İzo Tiyosinat

Rhod-2 **:** Rodamin-2

Fluo-3 **:** Florofor-3

BAP **:** Bilimsel Araştırmalar Projesi

DMSO **:** Dimetil Sulfoksit

H **:** Hedström

BKT **:** Birincil Kanal Tedavisi

RT **:** Retreatment

Nm **:** Nanometre

A **:** AH Plus

M **:** MTA Fillapex

W **:** WellRoot ST

AA **:** AH Plus - AH Plus

AW **:** AH Plus - WellRoot ST

AM **:** AH Plus – MTA Fillapex

MA **:** MTA Fillapex - AH Plus

MW **:** MTA Fillapex – WellRoot ST

MM **:** MTA Fillapex – MTA Fillapex

WA **:** WellRoot ST – AH Plus

WM **:** WellRoot ST – MTA Fillapex

WW **:** WellRoot ST – WellRoot ST

PCA **:** Parakloroanilin

Rpm **:** Dakikadaki Devir Sayısı (Revolutions Per Minute)

ŞEKİLLER, ÇİZELGELER VE TABLOLAR LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.2.1. Smear tabakasının tarayıcı elektron mikroskopi (SEM) görüntüsü

Şekil 1.4.1**.** Kök kanal patlarının akış miktarının ölçülmesinde kullanılan dijital kaliper yöntemi (Lee ve ark 2017)

Şekil 1.4.2. Dentinde pat penetrasyonunun kalitesinin incelenmesinde kullanılan micro-CT yöntemi (Huang ve ark 2018)

Şekil 1.4.3. Patların dentin tübül penetrasyonunun SEM altında görüntülenmesi (Moura-Netto ve ark 2015)

Şekil 1.4.4. Konfokal lazer taramalı mikroskop altında iki farklı boya penetrasyonunun ayrı ayrı ve çakışık görüntüsü

Şekil 2.1. Çalışmamızda birincil kök kanal tedavisinde kullanılan Protaper Universal eğe sistemi ve kullanım sıralaması

Şekil 2.2.1. Çalışmamızda kullanılan kök kanal patları, soldan sağa sırasıyla; MTA Fillapex, AH Plus , alt sıradaki ise Well Root ST dir

Şekil 2.2.2. Kök kanal patı ile karıştırılmadan önce DMSO da çözdürülmüş Rhod-2 boyası

Şekil 2.2.3. Birincil kanal tedavisinde dolumda kullanılan F3 açılı guta-perka ve Rhod-2 boyası

Şekil 2.2.4. Herhangi bir çözücü kullanılmadan kanaldan tek parça olarak sökülmüş guta-perkalar

Şekil 2.2.5**.** Çalışmamızda retreatment sürecinde kök kanal genişletmede kullanılan Protaper Universal döner alet eğeleri ve kullanım sıralaması

Şekil 2.3.1. Akrilik rezin içerisine gömülmüş dişlerin apikal uçlarının görüntüsü

Şekil.2.3.2**.** Soldan sağa, sırasıyla; İsomed 1000 kesit cihazı ve her grup için koronal, orta ve apikal olmak üzere alınmış ikişer mm'lik 3 adet kesit

Şekil 2.4.1. Konfokal lazer taramalı mikroskopisinde koronal kesitte boyaların tek tek ve çakışık görüntüsü

Şekil 2.4.2. Yatay diş kesitinde 8 noktada pat penetrasyon derinliklerinin ölçümü

Şekil 2.4.3. Yatay diş kesitinde pat penetrasyonunun çevresel ölçümü

Şekil 4.1. Apikal, orta ve koronal üçlüde farklı şekiller gösteren diş kesiti örneği

Şekil 4.2. Rhodamin B boyasının penetrasyon gösterdiği pembe alan

Şekil 4.3. Çalışmamızda apikal kesitte penetrasyonun hiç izlenemediği kesitlerden bir örnek

Şekil 4.4**.** Pat penetrasyonunun doğrusal bir hat üzerinde izlendiği kesitler ''Kelebek Etkisi''

Şekil 4.5. Çalışmamızda normal dişlerin bukkolingual pat penetrasyonu ile kelebek etkisine sahip dişlerin bukkolingual pat penetrasyonundan birer örnek.

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.2.1. Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan 3 grup

Çizelge 2.2.2**.** Çalışmamızda retreatment tedavisi uygulanan 9 grup

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. ISO 6786/2001 ve ANSI/ADA şartnamesine göre ideal kök kanal patı özellikleri (Standardization. 2001)

Tablo 3.1. **S**adece kök kanal tedavisi uygulanmış dişlerde kanal patının koronal kesitlerdeki penetrasyonunun sonuçları (sırasıyla, $p<0.05$, $p>0.05$)

Tablo 3.2. **S**adece kök kanal tedavisi uygulanmış dişlerde kanal patının orta

kesitlerdeki penetrasyonunun sonuçları (sırasıyla, p>0.05, p>0.05)

Tablo 3.3. **S**adece kök kanal tedavisi uygulanmış dişlerde kanal patının apikal kesitlerdeki penetrasyonunun sonuçları (sırasıyla p>0.05, p>0.05)

Tablo 3.4. Retreatment sonrası kök kanal patlarının koronal kesitlerdeki penetrasyonunun sonuçları (sırasıyla p< 0.05, p< 0.05)

Tablo 3.5. Retreatment sonrası kök kanal patlarının orta kesitlerdeki penetrasyonunun sonuçları(sırasıyla p< 0.05, p> 0.05)

Tablo 3.6. Retreatment sonrası kök kanal patlarının apikal kesitlerdeki penetrasyonunun sonuçları (sırasıyla, p> 0.05, p> 0.05)

Tablo 3.7. W grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

Tablo 3.8. A grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

Tablo 3.9**.** M grubunda koronal, orta ve apikal üçlüdeki penetrasyonların karşılaştırılması

Tablo 3.10. AA grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

Tablo 3.11. AM grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

Tablo 3.12. AW grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

Tablo 3. 13. MA grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

Tablo 3.14. MM grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

Tablo 3.15. MW grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

Tablo 3.16. WW grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

Tablo 3.17. WM grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

Tablo 3.18. WA grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

ÖZET

T.C. SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yeniden Kök Kanal Tedavisi Gerektiren Dişlerde Farklı Kanal Patlarının Dentine Penetrasyonunun İncelenmesi

Dt. Ayşenur EĞEMEN
Endodonti Anabilim Dalı

Doktora Tezi / Konya- 2021

Bu tez çalışmasının amacı; yeniden kök kanal tedavisi gerektiren farklı patlar ile birincil tedavisi yapılmış dişlerde kanal patlarının dentine penetrasyonunun koronal, orta ve apikal kesitlerde incelenmesidir.

Çalışmada 96 adet diş 12 (n=8) alt gruba ayrıldı. Üç alt gruba sırasıyla AH Plus, MTA Fillapex ve WellRoot ST patları kullanılarak sadece birincil kanal tedavisi uygulandı. Kalan 9 gruba ise AH Plus, MTA Fillapex ve WellRoot ST patlarının kendi içerisinde ikili tüm kombinasyonları kullanılarak sırasıyla birincil kanal tedavisi ve retreatment işlemleri uygulandı. Birincil kanal tedavisi uygulanan tüm dişlerde patların içerisine konfokal lazer taramalı mikroskop altında görünür kılmak için Rhod-2 (kırmızı) boyası, retreatment uygulanan tüm dişlerde ise patlara birincil kanal tedavisinden ayırt edebilmek amacı ile Fluo-3 (yeşil) boyası eklendi. Dişler daha sonra akrilik rezin bloklara gömüldü. Isomed kesim cihazı kullanılarak apikalden 3, 8 ve 12 mm uzaklıklarda sırasıyla apikal, orta ve koronal üçlüyü temsil eden ikişer milimetrelik 3 kesit alındı.Toplamda 288 kesit konfokal lazer taramalı cihaz altında görüntülendi. Görüntüler üzerinde her bir boya için kesit üzerinde en uzak noktaya erişen sekiz nokta ölçümlenip kaydedildi. Ayrıca boyalı patların penetre olduğu alanın çevresi ölçümlendi. İki yöntemde de veriler retreatment sonrası/ birincil kanal tedavisi sonrası olacak şekilde oranlandı ve değerler sayısal olarak kaydedildi veSSPS programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi.

Birincil kanal tedavisi sonrası ortalama pat penetrasyon derinlikleri ve pat penetrasyon yüzdeleri değerlendirildiğinde birbirine benzer sonuçlar elde edildi ($p>0.05$). Retreatment sonrası ortalama pat penetrasyon derinlikleri ve pat penetrasyon yüzdeleri incelendiğinde gruplar arasında koronal kesitlerde iki yöntemde de anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). Orta kesitlerde ortalama pat penetrasyon derinliği incelendiğinde gruplar arasında anlamı fark ($p<0.05$), pat penetrasyon yüzdesi incelendiğinde benzer sonuçlar bulundu ($p>0.05$). Apikal kesitlerde ise her iki yöntemde de gruplar arasında benzer sonuçlar bulundu ($p>0.05$). WellRoot ST kanal patının birincil kanal tedavisinde kullanıldığı retreatment gruplarında, koronal kesit haricinde orta ve apikal kesitlerin hiçbirinde yüksek yayılım göstermediği ve birincil kanal tedavisinde kullanılan patların retreatment tedavilerinde kullanılan patların penetrasyon özelliklerini sınırladığı gözlendi.

Tüm gruplarda kendi kesitleri içerisinde değerlendirildiğinde koronal ve orta kesitler ya da sadece koronal kesit diğer kesitlerden penetrasyon değerlendirmesinde anlamlı fark gösterdi ($p<0.05$). Bioseramik esaslı patlar gibi yeni geliştirilen sistemlerde dahi apikal kesitlerde dentin tübüllerine penetrasyonun halen yetersiz olduğu sonucuna ulaşıldı.

Mevcut çalışma koşulları göz önüne alındığında; birincil kanal tedavisinde diş prognozunun yeterli görülmediği durumlarda, retreatment tedavisinde kanaldan uzaklaştırılması diğer patlara göre nispeten kolay olan AH Plus ve MTA Fillapex gibi patların kullanımı tavsiye edilebilir.

Anahtar Kelimeler: konfokal lazer taramalı mikroskopi; kök kanal patları; pat penetrasyon derinliği; retreatment.

SUMMARY

REPUBLIC OF TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

The Observation of Different Root Canal Sealer's Penetration to dentinal tubules on teeth which require retreatment procedures

Dt. Ayşenur EĞEMEN
Department of Endodontics

Phd Thesis/ Konya-2021

The purpose of this study is to observe different root canal sealer's penetration to dentinal tubules at coronal, middle and apical during retreatment procedures in teeth which were previously obturated by using different sealers.

In the present study, 96 teeth were divided into 12 (n = 8) subgroups. Primary root-canal treatment was applied to three subgroups by using AH Plus, MTA Fillapex and WellRoot ST sealers. Primary canal treatment and retreatment procedures were applied to the remaining 9 groups by using dual combinations of AH Plus, MTA Fillapex and WellRoot ST sealers. In all teeth with primary root canal treatment, Rhod-2 (red) dye was added to the sealers ino order to maket he sealer visible under confocal laser scanning microscope while Fluo-3 (green) dye was added to the retreatment groups to be able to distinguish the different treatment procedures. The teeth were then embedded in acrylic resin blocks. Three sections of two millimeters each representing the apical, middle and coronal third were obtained at distances of 3, 8 and 12 mm from the apex by using Isomed cutting device. A total of 288 sections were imaged under the confocal laser scanning device. For each dye on the images, eight points reaching the farthest point on the section were measured and recorded. In addition, the circumference of the area where the painted pastes penetrated was measured and recorded as numbers The data was then statistically analyzed by using SSPS method.

After primary root canal treatment, when the average paste penetration depths and percentages were evaluated, similar results were obtained ($p > 0.05$). When the mean paste penetration depths and percentages of paste penetration after retreatment were examined, a significant difference was found between the groups in coronal sections in both methods ($p < 0.05$). When the average paste penetration depth in the middle sections was examined, a significant difference was observed between the groups ($p < 0.05$). Similar results were found when the paste penetration percentage was examined ($p > 0.05$). In apical sections, similar results were found between the groups in both methods ($p > 0.05$). In retreatment groups where WellRoot ST canal sealer was used in primary root-canal treatment, it was observed that there was no high diffusion in any of the middle and apical sections except for the coronal section, and the sealers used in primary canal treatment limited the penetration properties of the pastes used in retreatment groups.

When the sections were evaluated in all groups, coronal and middle sections or only coronal section showed a significant difference in terms of sealer penetration ($p < 0.05$). It was concluded that even in newly developed systems such as bioceramic based pastes, penetration into the dentinal tubules in apical sections is still insufficient.

Considering the current working conditions; In cases where the dental prognosis is not considered sufficient in primary canal treatment, it may be recommended to use pastes such as AH Plus and MTA Fillapex, which are relatively easy to remove from the canal during retreatment.

Keywords : confocal laser scanning microscopy, retreatment, root canal sealers, sealer penetration depth

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin amacı; kemomekanik preparasyonu tamamlanmış kök kanal boşluğunu, tekrarlayan bakteriyel gelişimi engelleyerek hermetik bir şekilde tıkamaktır (Branstetter ve Von Fraunhofer 1982). Başarılı bir kök kanal tedavisi, biomekanik preparasyonu takiben bakterilerin oral kavite veya periapeks bölgesinden girişini engelleyecek sıkı bir dolum ile sağlanır (Lai ve ark 2001). Başarılı bir endodontik tedavide kök kanal sisteminin üç boyutlu obturasyonu şarttır (Stoll ve ark 2005). Yeterli dolumun sağlanamadığı kök kanallarının, tedavide başarısızlıkla sonuçlanacağı öngörülmektedir (Dow ve Ingle 1955).

Endodontik tedavi kemomekanik preparasyonlar vital ve nekrotik dokuların kök kanal sistemi içerisinden uzaklaştırılmasını takiben, bakteriyel sızıntının ve oral sıvıların kök kanal sistemine girişini önleyecek şekilde dolumunu içerir. Kök kanalının mekanik preparasyonu, paslanmaz çelik el eğeleri ve nikel-titanyum döner alet sistemleri ile yapılır (METZGER ve ark 2011). Kök kanal sisteminin kimyasal preparasyonundan ise irrigasyon prosedürleri sorumludur. Sodyum Hipoklorit (NaOCl) ya da Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA) gibi kimyasal solüsyonlar, mekanik preparasyonla ulaşılamayacak alanlara ulaşarak dezenfeksiyonu sağlarlar, bu alandaki mikroorganizmaları öldürürler, debrisi ve smear tabakasını uzaklaştırırlar (Parente ve ark 2010).

Kök kanal dolumunda yaygın olarak bir termoplastik kor materyali (guta-perka), kök kanal dolgu patı ile birlikte kullanılır (Siqueira Jr ve ark 2000). Üç boyutlu sızdırmaz bir dolumu sağlamak için, guta-perka ve kök kanal patlarının kullanıldığı, tek kon dolum tekniği, sıcak dolum teknikleri, soğuk lateral kondensasyon teknileri gibi birçok yöntem araştırılmıştır (De Deus ve ark 2004). Kök kanal patlarının, bu dolum sistemlerindeki görevi ise, dentin tübüllerini, kök kanal sistemi içerisindeki düzensiz alanları hermetik bir şekilde tıkamaktır (Jeong ve ark 2017).

1.1. Kök Kanal Patları

Kök kanal patının kullanımı, kök kanal sistemi boyunca akışkan sızdırmaz bir tıkama sağlamak için şarttır (Branstetter ve Von Fraunhofer 1982). Kök kanalında uzun ömürlü sızdırmaz bir tıkama, kor materyalinden çok kök kanal patlarının bütünlüğüne dayanmaktadır (Schäfer ve Zandbiglari 2003, Whitworth 2005) .

Kök kanal patlarının esas görevleri (Kaur ve ark 2015) :

- Boşlukların, aksesuar kanalların, çoklu foraminaların kısacası periapeksten kök kanal boşluğuna ilerleyen tüm boşlukların sızdırmaz bir şekilde örtülmesini sağlamak,
- Kor materyali ile kök kanal duvarı arasında bir bütünlük oluşturmak,
- Kemomekanik temizlik sonrası kök kanalı içerisinde bulunan bakterilerin besin kaynaklarını ortadan kaldırmak ve yeniden çoğalmalarını engellemek,
- Kök kanal dolgu materyali olan guta-perkanın kök kanalı içerisine daha kolay yerleştirilmesini sağlamak amacıyla kayganlık sağlamaktır.

İdeal kök kanal patlarının özellikleri Grossman tarafından aşağıdaki listede tanımlanmıştır (Obturation of root canal, Grossman) :

- Karıştırıldığında kök kanal duvarı ile kendisi arasında iyi bir adezyon sağlaması için viskozitesi az olmalıdır.
- Hermetik (sızdırmaz) bir tıkama sağlamalıdır.
- Radyografide görüntülenebilmesi amacıyla radyoopak olmalıdır.
- Diş yapısında renklenmeye sebep olmamalıdır.
- Likit ile karışımını kolaylaştırmak amacıyla toz tanecikleri çok ince olmalıdır.
- Sertleşme esnasında büzülmemelidir.
- Bakteriyositik (bakterileri yok edici) veya en azından bakteriyostatik (bakterilerin çoğalmasını durdurucu) olmalıdır.

- ❖ Doku sıvılarında çözünmemelidir.
- ❖ Yavaş bir şekilde sertleşmelidir. Sertleşme süresi uygun çalışma zamanı tanımalıdır.
- ❖ Periapikal dokular tarafından iyi tolere edilebilmelidir.
- ❖ Kök kanal dolgusunun sökümü gerektiğinde kullanılan çözücülerde ise çözünebilir olmalıdır (Tablo 1.1)

1.1.1. İdeal Bir Kök Kanal Patının Özellikleri

Biyouyumluluk

Biyouyumluluk, kullanılan materyalin konak yapıda avantajlı ve düzenli bir cevap oluşturması olarak tanımlanır (Zhang ve Williams 2019). Biyouyumluluk, birçok çalışmada materyalin hücre canlılığına etkisini ölçen sitotoksisite çalışmaları ile değerlendirilmiştir. Bazı patların içeriğindeki kalsiyum fosfat biyouyumluluk sağlaması açısından faydalı bulunmuştur. Kalsiyum fosfat, vücuttaki kemik ve diş gibi sert dokuların inorganik bileşenlerinde çokça bulunmaktadır (Bae ve ark 2010, Bryan ve ark 2010) .

Sertleşme Zamanı

İdeal bir kök kanal patının sertleşme zamanı, pratisyene yeterli çalışma zamanı sağlamalıdır. Bununla birlikte, yavaş sertleşme zamanı doku irritasyonu ile sonuçlanabilir. Kök kanal patlarının çoğu tamamen sertleşinceye kadar bir miktar toksisite gösterirler (Yang ve Lu 2013) .

Akışkanlık

Akışkanlık, bir kök kanal patına ulaşılması zor alanlara ilerleme yeteneği kazandıran temel faktördür. Bu ulaşılması zor alanlara, dentinin dar düzensizlikleri, istmus, aksesuar kanallar, ana ve yan konlar arasındaki boşluklar örnek verilebilir (Darvell ve Wu 2011) . ISO 6786/2001 standartına göre, bir kök kanal patının akışkanlık oranı 20 milimetreden az olmamalıdır. Akışkanlığı etkileyen faktörler;

kök kanal patının partikül büyüklüğü, ısı, yüzey gerilimi ve karışımın üzerinden geçen süredir (Desai ve Chandler 2009) .

Yeniden Tedavi Edilebilirlik

Kök kanal dolgu materyalleri, nekrotik doku ya da bakterilerin izolasyonunu sağlamak amacıyla mekanik bir bariyer olarak görev yaparlar (Wilcox 1989). Wilcox ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada, yeniden kök kanal tedavisi yapılırken, kanalda en çok kalan materyalin kök kanal patı olduğu sonucuna varılmıştır (Schirrmeister ve ark 2006) . Bu sebeple; kök kanal tedavisi yenileme işleminde kök kanal patının kanal içerisinden tamamen uzaklaştırılması sağlıklı periapikal dokuların oluşturulması için önem arz etmektedir. Kök kanal tedavisi yenileme işlemlerinde bioseramik içerikli kök kanal patlarının ısı, kloroform, döner aletler ve el eğeleri gibi geleneksel yöntemlerle kök kanalından uzaklaştırılması zordur (Wilcox ve ark 1987) .

Çözünürlük

Çözünürlük, su içerisinde tutulan materyalde meydana gelen kütle değişikliği olarak tanımlanır. ANSI/ADA ölçeklendirmesine göre, kök kanal patının çözünürlüğü, kendi kütlesinin %3 ‘ ünü aşmamalıdır.

Yüksek çözünürlük gösteren kök kanal patları, kök dentini ile kor materyali arasında mini boşlukların açılmasına sebep olabilir. Bu durum ise periapikal bölgenin ve oral kavitenin kök kanal dolgusuna sızması ve kök kanal tedavisinin başarısızlığı ile sonuçlanabilir (ØRstavik 2005).

Diş Yapısında Renklenme

Estetik kaygı sebebiyle, kök kanal dolgu patları dişlerde herhangi bir renklenmeye sebep olmamalıdır. Kök kanal patlarının kromojenik etkisi, fazla patın koronal dentinden uzaklaştırılamaması ile artar (Ioannidis ve ark 2013) .

Radyoopasite

Kök kanal dolgu patları, etrafındaki anatomik yapılardan ve guta-perka materyalinden ayırt edilebilmesi amacıyla yeterli radyoopaklığı göstermelidir. ISO 6876/2001 standardına göre, kök kanal patlarının minimum radyoopasitesi 3 milimetrelik (mm) aliminyum materyalinin radyoopasitesine denk olmalıdır (Imai ve Komabayashi 2003) .

Antimikrobiyal Özellikler

Kök kanal patının antimikrobiyal etkinliği, kanal tedavisi sonrası rezidüel intraradiküler enfeksiyonları veya mikrosızıntı ile kök kanalı içerisine yerleşmeye çalışan bakterileri ekarte ederek kök kanal tedavisinin başarısını artırmaya yardımcı olur (Cheung 1996, Sjögren ve ark 1997) . Literatüre göre, kök kanal patlarında antimikrobiyal özelliği belirleyen ana faktör, alkalinite ve kalsiyum iyonu salınımıdır. Kalsiyum iyonları, mineralize dokularda birikerek iyileşmeyi stimüle eder (Okabe ve ark 2006) .

Adezyon

Kök kanal patında adezyon, kök kanal patının guta-perkaya ve kök kanal duvarlarına bağlantısı ve bütünlüğünü ifade eder (Sousa-Neto ve ark 2005) . Kök kanal patı ile kök kanal dentini arasındaki güçlü bağlantı, post boşluğu açılırken ve dişin esneme hareketleri sırasında pat-dentin bütünlüğünün devamı için önem taşır (Ersahan ve Aydin 2010) .

	ISO 6786/2001 Standardı	ANSI/ADA Standardı
Sertleşme Zamanı	30 dakikadan fazla 72 saatten az	Üreticinin bildirdiği sertleşme zamanının % 10'u
Akıcılık	> 20 mm	> 25 mm
Çözünürlük	< Kendi hacminin % 3 ü 24 saat içerisinde	< Kendi hacminin % 3 ü 24 saat içerisinde
Boyutsal Değişim	Büzülme < % 1 Genleşme < % 0.1 30 gün içerisinde	Büzülme < % 1 Genleşme < % 0.1 30 gün içerisinde
Radyoopasite	En az 3 mm aliminyum kalınlığı	En az 3 mm aliminyum kalınlığı

Tablo 1.1. ISO 6786/2001 ve ANSI/ADA Şartnamesine Göre İdeal Kök Kanal Patı Özellikleri (Standardization. 2001).

Kök kanal patları temel kimyasal bileşenlerine göre kategorize edilmişlerdir. Bunlar (Al-Haddad, 2016) ;

- Çinko Oksit Öjenol Esaslı Kök Kanal Patları
- Kalsiyum Hidroksit Esaslı Kök Kanal Patları
- Cam İyonomer Esaslı Kök Kanal Patları

- Silikon Esaslı Kök Kanal Patları
- Metakrilat Rezin Esaslı Kök Kanal Patları
- Epoksi Rezin Esaslı Kök Kanal Patları
- Bioseramik Esaslı Kök Kanal Patlarıdır.

1.1.2. Çinko Oksit Öjenol Esaslı Kök Kanal Patları

Çinko oksit öjenol esaslı kök kanal patının formulasyonu 1931 yılında Rickert ve Dixon tarafından ‘’Kerr patı’’ ismi ile geliştirildi. Grossman çeşitli yeniliklerle 1936’da ‘’Proco-Sol‘’ patını geliştirdi (Rickert ve Dixon 1933) .

Çinko oksit öjenol esaslı patlar, çinko oksit tozu ve karanfilden türetilmiş öjenol adı verilen bir esansiyel yağdan oluşur. Sertleşme reaksiyonu sırasında bir miktar neme ihtiyaç duyar (Araki ve ark 1994). Bazı formulasyonlarında gümüş içeriği de bulunmaktadır. Ancak dişte renklenmeye sebebiyet vermesinden ötürü gümüş içeriği sonraki süreçte formulasyondan tekrar kaldırılmıştır. Çinko oksit öjenol esaslı patlar sonraki dönemde; Wach’s patı, the Grossman formulas, Tubli-Seal patı (Kerr, Orange, Kalifornia, ABD) isimleri ile piyasaya sürülmüştür. Bu patlar, yavaş sertleşme zamanı, düşük maliyetleri, antibakteriyel özellikleri ve kullanım kolaylıkları sebebiyle popülerliklerini uzun süre korumuşlardır (Civjan ve Brauer 1964).

Bir dönem, piyasaya paraformaldehit içerikli çinko oksit öjenol esaslı patlar tanıtılmıştır (örn; Endomethasone) ancak formaldehitin neden olduğu koagülatif (pıhtılaştırıcı) nekroz ve lokal iyileşmenin yavaşlaması sebebiyle başarısız olmuştur. Ayrıca periradiküler dokular üzerinde toksik etki gözlenmiştir (Leonardo ve ark 1999) .

1973 yılında Sargenti’nin tanıttığı N2 patı, kurşun ve civa içermekteydi. Bu toksik metallerin, radiküler boşluklar aracılığıyla ayrı organ sistemlerinde izlenmesi üzerine Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi tarafından tamamen yasaklanmıştır (Oswald ve Cohn 1975) .

Bununla birlikte, çinko oksit öjenol içerikli patların kavite içerisinden tam uzaklaştırılamaması bonding rezinlerin dentin bağlantısını olumsuz etkiler. Bu durumu elimine etmek için Permo-Flo Purple (Ultradent) materyali geliştirilmiştir. Permo-Flo Purple sertleşme süresini tamamlamış patın üzerine uygulanır. Oral kavite içerisindeki rezin dolgular için çözüm bulunmuş olsa da problem fiber post uygulamaları gerektiren dişler için halen çözülememiştir (Alaçam 2012) .

1.1.3. Kalsiyum Hidroksit Esaslı Kök Kanal Patları

Diş hekimleri kalsiyum hidroksit esaslı kimyasalları pratiklerinde yüzyıldan fazla süredir kullanmaktadır. Kalsiyum hidroksit endodontiye 1920 yılında Herman tarafından pulpa tedavi edici özelliği ile tanıtıldı (Fidel ve ark 1994) . Kalsiyum hidroksit, endodontide pulpa kaplama işlemlerinde, kanal içi medikament olarak, bazı apeksifikasyon tekniklerinde ve kök kanal patlarının bileşimi olarak kullanılmıştır.

Kök kanal patlarının bileşiminde kalsiyum hidroksitin kullanılmasının en önemli iki amacı; kalsiyum hidroksitin periapikal dokuları stimüle ederek iyileşmeyi hızlandırması ve antimikrobiyel etkinliğidir. Kalsiyum hidroksitin net etki mekanizması belirsizliğini korusa da, etkinliğinin mekanizması ile ilgili öngörüler aşağıdakiler gibidir (Manhart 1982, Stock 1985) :

1. Kasiyum hidroksit , serbest hidroksil iyonları sayesinde antibakteriyeldir. Hidroksil grubu çok yüksek pH değerine sahiptir. Bu alkalilik seviyesi onarımı ve kalsifikasyonu uyarır.

2. Alkalin pH seviyesi, osteoklastlardan salınan laktik asiti dengeler ve dişlerin mineralize bölümlerinin çözünmesini engeller. Bu pH seviyesi, alkalen fosfatazı aktive ederek sert doku formasyonunda önemli rol oynar.

3. Kalsiyum hidroksit kanal içerisindeki proteinleri denature eder ve sonuçta onları daha az toksik hale getirir.

4. Kalsiyum hidroksit dentin tübülleri boyunca periodontal ligament aralığına kadar penetre olabilir ve eksternal kök rezorpsiyonlarının ilerleyişini durdurarak iyileşmeyi hızlandırır.

Kalsiyum hidroksit içerikli patlar; SealApex (SybronEndo, Orange, Kalifornia, ABD), Apexit (Vivadent, Almanya), CRCS (Coltene/Whaledent/Hygienic,Cuya-hogaFalls,Ohio, ABD) gibi ticari isimlerle piyasada bulunmaktadır.

Kalsiyum hidroksit esaslı patlar, rezin ve çinko oksit öjenol esaslı patlara göre daha az toksik ve daha biyouyumludur. Periodontal ligament hücrelerinin kullanıldığı hücre kültür testlerinde yapılan çalışmalar SealApex ve Apeksit marka kalsiyum hidroksit esaslı patların, öjenol ve rezin esaslı patlara oranla daha az toksik olduğunu bildirmişlerdir (Vajrabhaya ve ark 1997, Huang ve ark 2002) .

Kalsiyum hidroksit içerikli patların sertleşme reaksiyonları karmaşıktır. Pat yüzeyi sertleşse dahi iç yüzeydeki kütle uzunca bir süre yumuşak kalabilir (ØRstavik 2005) . Örneğin SealApex 100% nemlilikte 2 ila 3 hafta içerisinde sertleşmektedir. Kalsiyum hidroksit içerikli patlar tamamen kuru yüzeylerde sertleşemezler, sertleşme reaksiyonunun başlaması için bir miktar nemli ortama ihtiyaç duyarlar (Allan ve ark 2001) .

Kalsiyum hidroksit içerikli patlar, sertleşme reaksiyonu sırasında su emilimi gösterdiği için hacimsel genleşme gösterirler. Bu durum ciddi postoperatif ağrıya ve vertikal kök kırıklarına sebebiyet verebilir (Caicedo ve Von Fraunhofer 1988) .

Kalsiyum hidroksit içerikli patların tüm özellikleri değerlendirildiğinde Grossman tarafından oluşturulan ideal kök kanal patı kriterlerini tamamen sağlayamadığı görülmektedir (Kwak ve Kim 2018) .

1.1.4. Cam İyonomer Esaslı Kök Kanal Patları

Cam iyonomerler diş hekimliğinde ilk olarak siman ve kaide materyali olarak kullanıldı. Florid salınımı sayesinde diş yapısına kimyasal bağlantı sağladı ve çürük oluşumunu engelledi (Ogasawara ve ark 2003) . Cam iyonomer materyalinin en önemli özelliği, nem varlığında bile dentinin hidroksiapatit yapısına sağladığı uzun süreli adaptasyondur. Biyolojik toleransları ve doku uyumları bulunmaktadır. Bu özellikleri sebebiyle; 1979 yılında Pitt Ford tarafından guta-perka konlarla birlikte

kök kanal patı olarak kullanımı önerilmiştir. Ketac-Endo (3M-ESPE, Dental Products,St.Paul, Manhattan, ABD) ticari ismi ile piyasaya sürülmüştür. Çinko oksit öjenol esaslı patlara göre üstün fizikokimyasal özellikler gösterdiği bildirilmiştir (Ray ve Seltzer 1991). Ketac-Endonun yapısındaki geniş partiküller sebebiyle dentin penetrasyonunun kasiyum hidroksit ve çinko oksit öjenol kadar derin olmadığı bildirilmiştir (Şen ve ark 1996) . Bununla birlikte, Ketac-Endo ile ilgili en önemli klinik sorun tekrarlayan tedavilerde donmuş patı kanaldan uzaklaştıracak herhangi bir solventin olmamasıdır (Friedman ve ark 1992) . Piyasadaki diğer cam iyonomer esaslı patlar ise Endion (Voco,Cuxhaven,Almanya) ve ActiV GP (Brasseler,Savannah) dir.

1.1.5. Silikon Esaslı Kök Kanal Patları

Silikon esaslı kök kanal patları, kök kanal dolumunda guta-perka ile beraber veya yalnız olarak kullanılabilir. Enjekte edilebilen formlarında kök kanalında yalnızca kanal patı ile dolum sağlanacaksa boşlukların oluşmaması adına enjeksiyona mümkün olan en apikal kısımdan başlanır. Guta-perka ile beraber dolum sağlanacağında ise sıcak bir guta-perka taşıyıcı sistemiyle apikal son 4 mmlik kısıma guta-perka ile pat kondanse edilir (Alaçam 2012) .

Piyasada; GuttaFlow (Roeko/Clotene/Whaledent/Almanya) , RoekoSeal (Roeko/Coltene/Whaledent/Almanya) , Lee Endo-Fill (Lee Pharmaceuticals, El Monte, Kalifornia, ABD) ticari isimleriyle bulunmaktadır.

Bir çalışmada Gutta-Flow'un olağanüstü fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olduğu, sertleşme esnasında herhangi bir büzülme göstermediği aksine % 0.2 oranında genleştiği bildirilmiştir. Bu oran ise ISO 6786/2001 ve ANSI/ADA standartları ile uyuşmamaktadır (Ørstavik ve ark 2001) . Gutta-Flow'un diğer bir dezavantajı ise, ısı ve çalışma tekniklerine karşı hassasiyeti ve kısa çalışma süresi olarak gösterilebilir (Alaçam 2012) .

1.1.6. Metakrilat Rezin Esaslı Kök Kanal Patları

Düşük viskoziteli rezin kompozitlerin ve dentin bağlayıcı ajanların kullanımının yaygınlaşmasıyla, bu kimyasal bağlantının kök kanal dolumunda patlarda kullanımı fikri in vitro çalışmalarda denenmeye başlandı (Mannocci ve Ferrari 1998). Bondlanabilir kök kanal patı türleri , kök kanal boşluğu ile kök kanal dolgusu arasında ‘’monoblok’’ yapı oluşturabilmek gibi yüksek bir beklenti ile piyasaya sürüldü (Tay ve Pashley 2007) . Monoblok yapı, kanal boşluğunun mükemmelce sızdırmaz ve katı bir şekilde doldurulduğu aynı zamanda örtücülük ve kırılma dayanımının da artırıldığı sistemi ifade etmek için kullanılmıştır (Teixeira ve ark 2004) .

Metakrilat rezin esaslı kök kanal patlarının ilk jenerasyonu Hydron (Hydron Technologies, Inc, Pompano Beach, Florida) ismi ile 1970’lerin ortasında piyasaya sürülmüştür. Kök kanalına enjekte edilerek yüzeyel polimerizasyon ile sertleşmesi amaçlanmıştır. Enjekte edilebilir olması, irritasyon göstermemesi, bakteriyel gelişimi önlemesi ve periapikal bölgeye istenmeyen taşmalar sonucu dahi kalsifiye olabilmesi gibi özellikleri ile tanıtılmıştır (Benkel ve ark 1976, Langeland ve ark 1981) . Bununla birlikte, bu patın kullanımı, üreticinin iddiaları ile laboratuvar/ klinik çalışmalarının yüksek oranda çelişmesi üzerine 1980’lerin içerisinde yasaklanmıştır. Hydron patının, ciddi enflamatuar reaksiyona, materyalin emilimine, ciddi sızıntıya, su emilimi ile şişmeye sebep olduğu rapor edilmiştir (Murrin ve ark 1985) .

Metakrilat rezin esaslı kök kanal patlarının ikinci jenerasyonu, aksesuar kanallara ve dentin tübüllerine penetre olarak ‘’rezin-tag’’ adı verilen mikromekanik bağlantıyı sağlamayı amaçladı (Zmener ve ark 2008) . Bu mikromekanik bağlantının kök kanalı içerisinde yeterli verimlilikte sağlanabilmesi için smear tabakasının NaOCl (sodyum hipoklorit) ve EDTA (etilen diamin tetra asetik asit) kullanılarak uzaklaştırılması ön şartı koyulmuştur (Tay ve ark 2005) . EndoREZ ismi ile piyasaya sürülen pat, oldukça hidrofilik (su seven), radyoopak ve dual - cure (iki mekanizma ile sertleşme sağlayan) yapıdaydı. Kök kanal sisteminde ıslak/ nemli alanlarda çalışılabilmesi ve dentin tübüllerine etkin penetrasyonu EndoREZ patının avantajları arasındaydı. EndoREZ’in kendisi için üretilmiş rezin kaplı guta-perkalar ile

kullanımı, geleneksel guta-perkalar ile kullanımına göre daha etkin bulunmuştur (Jainaen ve ark 2007) .

Metakrilat rezin esaslı patların üçüncü jenerasyonu, self etching primer (kendinden asitli astar) ve dual - cure (iki mekanizma ile sertleşen) rezin kompozitten oluşmaktaydı. Kendinden asitli primerlerin kullanımı smear tabakasının uzaklaştırılmadığı aksine bağlantıya dahil edildiği bir sistemi tanıtmış oldu (Kokkas ve ark 2004) . Asidik primer uygulandığında, smear tabakasını geçerek yüzeyel dentini demineralize eder. Asidik primerin asit yapısı uçucudur, sonrasında dual - cure kompozitler demineralize dentine bağlantıyı sağlar (Tay ve Pashley 2001) .

FibreFill R.C.S (Pentron Clinical Technologies,Wallingford, Connecticut, ABD) ve Resilon (Resilon Research LLC, Madison, Connecticut, ABD) gibi ticari isimlerle üçüncü jenerasyon piyasaya sürülmüştür. Resilon, kendinden asitli adezivlerin (bağlayıcıların) ve metakrilat rezin bazlı patların birleşimini ‘’yeni bir çağın başlangıcı ‘’ olarak tanıtmıştır.

Metakrilat rezin esaslı patların dördüncü jenerasyonu, önceki jenerasyonlarda belirtilmiş asitleme, primer kullanımı (astarlama) ve bonding (bağlayıcının) tek bir aşamada ve tek bir kök kanal patında birleştirilmesini amaçlamıştır. Bu sistem, all-in- one (hepsi bir arada) sistem olarak adlandırılmıştır. Önceki jenerasyonlarda basamaklı işlemlerde meydana gelebilecek iyatrojenik hatalar elimine edilmek istenmiştir. MetaSEAL (Parkell Inc; RealSeal SE, SybronEndo) ismi ile piyasaya sürülmüştür (Lawson ve ark 2008, Pinna ve ark 2008) .

Metakrilat rezin esaslı patların, genel bağlanma mekanizması demineralize kolajen matriks içerisine infiltre olan rezinlerin oluşturduğu mikromekanik bağlantıdır. Radiküler dentinde, apikale ilerledikçe artan sklerotik (sıkışmış/ daralmış) dentin yapısı, kanal duvarındaki debris varlığı, kök kanal boşluğunun kutu formundan kaynaklı yüksek kavite konfigürasyon faktörü (C-factor) , çalışma esnasında operasyon mikroskobunun apikal görüşünün yeterli olamaması gibi faktörlerin hedeflenen mikromekanik bağlantıyı tehlikeye attığı bildirilmiştir (Carvalho ve ark 1996, Baroudi ve ark 2007) .

Kök kanal sistemi içerisinde bağlantıyı (bonding) zorlaştıran en önemli etken metakrilat rezin esaslı patların polimerizasyonu sürecinde meydana gelen büzülme

stresidir. Polimerizasyon büzülmesi dolumun seyrek yapıldığı ve düşük viskoziteli kök kanal patlarının kullanıldığı durumlarda daha sık ve ciddi seyreder. Sonuçta, pat ile onu çevreleyen dentin arasında başlangıçta sağlanan teması keser ve sertleşme sonrası boşluklara sebep olur. Bu büzülme boşlukları, mikroorganizmaların çoğalma ve penetrasyon alanı olarak görev görebilir (Davidson ve ark 1991, Ferracane 2005) .

Birtakım in vitro çalışmalar, metakrilat esaslı patların guta-perka ile kombine dolumlarının , geleneksel patların guta-perka ile dolumlarına oranla daha düşük ayrılma-kopma dayanımı gösterdiğini bildirmişlerdir (Bouillaguet ve ark 2007, Lawson ve ark 2008, Üreyen Kaya ve ark 2008) .

Young Kyung Kim ve arkadaşlarının, metakrilat rezin esaslı patlar üzerine yaptığı bir derlemede, 38 in vitro çalışma incelenmiştir. Sonuç olarak, metakrilat rezin esaslı patların apikal ve koronal tıkamanın sağlanmasında geleneksel patlara anlamlı bir üstünlüğünün bulunmadığı bildirilmiştir (Kim ve ark 2010) .

1.1.7. Epoksi Rezin Esaslı Kök Kanal Patları

Epoksi rezin esaslı kök kanal patları, endodontiye 1954'te Schroeder tarafından tarafından orijinal pat formülü üzerinde güncel modifikasyonlarla AH26 patı olarak tanıtıldı ve halen kök kanalı dolum işlemlerinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Schroeder 1981) . Epoksi rezin esaslı patlar günümüzde de rezorpsiyon direnci ve boyutsal stabilite gibi avantajları sebebiyle geniş bir alanda kullanılmaktadır (Garrido ve ark 2010) . Bununla birlikte, epoksi rezin esaslı patların, sertleşme süresince büzülmeye eğilimleri vardır ve bu durum adaptasyon bütünlüğünü bozabilir, kök kanal duvarı ile bağlantının zayıflamasına sebep olabilir (Eltair ve ark 2018) .

AH26'nın polimerizasyonu esnasında bir miktar formaldehit açığa çıkar ancak bu miktarın paraformaldehit içerikli çinko oksit öjenol esaslı patlardan 300 kat daha az olduğu bildirilmiştir (Leonardo ve ark 1999) .

AH Plus (Dentsply/De Trey, Konstanz, Almanya) patı ise, AH26'nın epoksi amin kimyası korunarak, renkleşme eğilimi ve formaldehit salınımı elimine edilerek

geliştirilmiştir. AH Plus patı epoksi rezin esaslı patlar içerisinde en popüler aynı zamanda hidrofobik yapıda bulunan ve endodontide ‘’ altın standart ‘’ olarak adlandırılan bir pattır (Zhou ve ark 2013) . Pata gerektiğinde materyalin sökülmesini kolaylaştırmak amacıyla termoplastik özellik kazandırılmıştır. AH Plus, çift patlı sistem olarak baz ve katalizörden oluşmaktadır. Amber rengine sahip A patının içeriğinde; bisfenol-A epoksi rezin, bisfenol F epoksi rezin, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, silika ve demir oksit pigmentleri bulunmaktadır. Beyaz renge sahip B patında ise; Dibenzildiamin, aminoadamantan, trisiklodekan-diamin, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, silika ve silikon yağı bulunmaktadır. İki pat karıştırıldıktan sonra ‘’ poliaddition (çoklu eklenme) reaksiyonu ‘’ epoksi rezinler ile aminler arasında başlar ve sonuçta polimer yapı oluşur (Resende ve ark 2009) . Üretici firma tarafından reaksiyon sonrası artık monomer kalmadığı iddia edilmektedir. AH Plus patı orta derecede asidite gösterir ve pH değeri 6-7 olarak bildirilmiştir (Lee ve ark 2017) .

Kök kanalına yerleşmeyi, tübüllere ve düzensiz boşluklara yayılımı kolaylaştırmak amacıyla, AH Plus patına tiksotropik (basınca göre şekil değiştirme) özellik eklenmiştir (Alaçam 2012) .

AH Plus sertleşme reaksiyonunun tamamlanabilmesi için nemsiz ortama ihtiyaç duyar. Nem kontaminasyonundan etkilenmesi AH Plus patının, doku sıvılarının bulunduğu periapekste, apikal sızdırmazlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Alaçam 2012) . Bununla birlikte, AH Plus (Dentsply De Trey, GmbH, Konstanz,Almanya) patının, fiziksel özellikleri sebebiyle endodontide altın standart olma özelliğini koruduğu bildirilmiştir (Ersahan ve Aydin 2010) . AH plus patının, diğer patlara oranla yüksek bond (bağlanma) gücüne sahip olduğu bildirilmiştir (Zhou ve ark 2013) . AH plus patının, düşük çözünme oranları gösterdiği ve yeterli boyutsal stabiliteye de sahip olduğu bildirilmiştir (Versiani ve ark 2006) . AH Plus patının bioaktif özellik göstermediği veya osteojenik (kemik yapımını uyarıcı) potansiyele sahip olmadığı bildirilmiştir (Borges ve ark 2012) .

1.1.8. Bioseramik Esaslı Kök Kanal Patları

Bioseramikler özellikle medikal ve dental kullanım amacıyla dizayn edilmiş seramiklerdir. İçeriklerinde alümina, zirkonya, bioaktif cam, cam seramikler, hidroksiapatit ve kalsiyum fosfat bulundururlar (Hench 1991). Mükemmel örtücülük yetenekleri ve biyouyumlulukları sayesinde, MTA ve kalsiyum silikat içerikli simanlar; süt ve daimi dişlerde pulpa kaplamasında, kök ucu dolgularında, perforasyon tamirinde ve açık apekse sahip dişlerin apikal tıkamasının sağlanmasında kullanılmıştır (Parirokh ve ark 2018) . Kalsiyum silikat bazlı simanların bu istenilen özellikleri, gelecek yıllar boyunca kalsiyum silikat (bioseramik) esaslı patların geliştirilmesine zemin hazırlamıştır.

Bioseramik esaslı patların kök dentinine bağlantı mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, bir takım mekanizmalar öngörülmüştür. Bunlar;

1. Patın partiküllerinin dentin tübülleri içerisine difüzyonu sonrası oluşturulan mekanik birleşim bağlantısı (Zhang ve ark 2009) ,

2. Patın içeriğindeki mineralin tübüller arası dentine infiltre olması sonrası, güçlü bir alkalen patla denature edilmiş kolajen fibrillerle oluşturulmuş mineral infiltrasyon alanı (Han ve Okiji 2011, Atmeh ve ark 2012) ,

3. Fosfatın, kalsiyum silikat hidrojeli ve kalsiyum hidroksit ile parsiyel reaksiyonu sonucunda dentinin nemli ortamında mineral infiltrasyon alanı boyunca oluşan hidroksiapatitlerdir (Zhang ve ark 2009) .

Bioseramikler bioaktif ve bioinert malzemelerdir. Bioaktiflik özelliği, çevre dokular üzerinde içeriğindeki kalsiyum fosfat bileşeni sayesinde sert doku oluşumunu uyarıcı etkide bulunması ve daha dayanıklı dokular meydana getirmesi ile ilgilidir. Bioseramik esaslı patların, sertleşme sürecinde ve sonrasında epoksi-rezin içerikli patlara göre daha yüksek pH değeri ve alkanite gösterdiği bildirilmiştir (Colombo ve ark 2018) . Patların sergilediği alkanitenin, distile su veya doku sıvısı gibi alanlarda patın çözünmesi durumunda kalsiyum salınımına sebep olacağı ve osteojenik (kemik yapımını uyarıcı) , antibakteriyel aktiviteyi uyararacağı ve iyileşmeyi hızlandıracağı bildirilmiştir (Stock, 1985) .

Bioinert olma özelliği ise çevre dokular üzerinde olumsuz ya da istenmeyen herhangi bir fizyolojik ve biyolojik etki meydana getirmemesi ile ilgilidir (Best ve ark 2008, Koch ve Brave 2009) .

Bioinertlik ya da diğer adıyla biyouyumluluk , sitotoksisite testleri aracılığıyla hücre canlı kalım süresi esas alınarak ölçülür. Bioseramik esaslı patların çoğu, bu çalışmalar sonucunda biyouyumlu bulunmuştur. Biyouyumluluğun patın içeriğinde bulunan kalsiyum fosfattan kaynaklandığı savunulmaktadır. Kalsiyum fosfat halihazırda vücudun diş ve kemik gibi inorganik dokularında yer alan ana içeriktir. Literatür, kanal dolum işlemleri esnasında apikalden kazara taşırılmış ya da kök perforasyonlarının tamiri esnasında periapikal aralığa sızmış bioseramik içerikli patların, kemik içerisinde yeniden iyileşmeyi ve kemik yapımını indükleyebileceği sonucuna varmıştır (Bae ve ark 2010, Bryan ve ark 2010) . Bununla birlikte, içeriğinde aliminyum bulunduran bioseramik içerikli patların biyouyumluluğunun sorgulanabilir olduğu bildirilmiştir . Aliminyum osteoblastlara toksiktir ve kemik mineralizasyonunu yavaşlatır. Renal distropiye, demansa (bunama), Alzeihmer'a sebebiyet verebileceği, kırmızı kan hücreleri, paratiroid bezler ve kromozomlar üzerinde toksik etkileri bildirilmiştir (Savarino ve ark 2000) . Bu grubun örneklerinden MTA Fillapex patı aliminyum içermemekte iken WellRoot RCS patı aliminyum içermektedir. Bununla birlikte, MTA Fillapex patının sertleşme esnasında ciddi, sertleşme tamamlandıktan sonra ise orta seviyede sitotoksisite gösterdiğini bildiren bir çalışma mevcuttur (Silva ve ark 2013) .

Hidrolik sertleşme reaksiyonları sayesinde, bioseramik esaslı patlar çevre doku sıvılarından elde ettikleri su ile sertleşir ve sertleşme süreci tamamlandıktan sonra su içerisinde veya nemli ortamlarda kararlı kalabilirler (Benezra ve ark 2017) . Tüm ürünler bileşimlerinde farklılıklar gösterse de, kalsiyum silikat bazlı patlarda önceden karıştırılmış/ hazırlanmış tek tüp ürünlerle , iki bileşimli ürünler arasındaki ana fark kullanılan sıvı kaynağıdır. Önceden karıştırılmış tek tüp ürünlerin sıvı kaynağı vücut sıvılarıdır ve haricidir. İki bileşimli ürünlerin sıvı kaynağı ise bileşimde var olan sıvı/su desteğidir ve dahilidir. Çalışmamızda kullanılan WellRoot ST (Vericom, Güney Kore) kök kanal patı ise; önceden karıştırılmış tek tüp ürünler grubundadır. Kalsiyum silikatların biyolojik özellikleri hidrasyon reaksiyonu sonucu

meydana gelen kalsiyum hidroksite bağlıdır (Camilleri ve ark 2014, Donnermeyer ve ark 2019) .

MTA Fillapex patı, üreticinin beyanına göre; metil salisilat, bütilen glikol, bizmut trioksit, silikon dioksit, titanyum dioksit, trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyum oksit, trikalsiyum alüminat, pentaeritrol, rozinat, p-toluensulfanamitten oluşmaktadır.

MTA Fillapex patının sertleşme sonrası yüzeyinde gözlenen çatlakların, içeriğindeki bizmut oksit yapısı ile ilgili olabileceği bildirilmiştir. Bizmut oksit, MTA esaslı materyallerin yapısal bütünlüğünü olumsuz etkileyebilir (Coomaraswamy ve ark 2007) .

Akıcılık, patların düzensizlikleri ve boşlukları doldurma yeteneğini belirler. Patların viskozitesi (yoğunluğu) ise akıcılık özelliğini etkiler. Bir takım çalışmalarda MTA Fillapex patı, AH Plus patına göre anlamlı derecede akışkan bulunmuştur (Silva ve ark 2013, Zhou ve ark 2013). Diğer çalışmalar ise, MTA Fillapex ve AH Plus patı arasında akışkanlık ve film kalınlığı açısından anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir (Viapiana ve ark 2014) . Bioseramik esaslı patlar içerisinde yer alan Endoseal ve Endosequence BC patlarının akıcılığının AH Plus patına oranla daha iyi bulunduğu bildirilmiştir (Zhou ve ark 2013) . Endosequence BC patı akıcılık testinde 26.96 mm lik penetrasyon gösterirken, AH Plus patının 21.17 mm lik penetrasyon gösterdiği bildirilmiştir (de Miranda Candeiro ve ark 2012) . Jafari ve arkadaşlarının sistematik derlemesinde, çalışmaların geneli değerlendirildiğinde bioseramik esaslı patların akıcılığının ve penetrasyonunun geleneksel patlara üstün olduğu bildirilmiştir (Jafari ve Jafari 2017) . MTA Fillapex patının, yüksek akıcılık göstermesinin bir sebebi de içeriğindeki rezin/MTA oranının yüksek bulunması olarak bildirilmiştir (Vitti ve ark 2013) .

WellRoot ST (Vericom, Güney Kore) kök kanal patı trikalsiyum silikat esaslıdır. Diğer bioseramik esaslı kök kanal patları gibi hidrofilik (su seven) yapıdadır. Önceden karıştırılmış, kullanıma hazır, enjekte edilebilir formdadır. İçeriğinde; zirkonyum oksit, kalsiyum silikat, kalsiyum sülfat dehidrat, kalsiyum sodyum fosfosilikat, titanyum oksit, doldurucu ve kalınlaştırıcı ajanlar olduğu bildirilmiştir. Sertleşme zamanı 25 dakika olarak bildirilmiştir. Bununla birlikte kök

kanalı içerisindeki şartlara bağlı olarak sertleşme süresinin 2.5 saate kadar uzadığı bildirilmiştir. Üretici firma WellRoot ST kök kanal patının kanal içerisine guta-perka kor materyali ile uygulanmasını tavsiye etmiştir (S.T. Well-Root 2015) .

Yapılan bir çalışmada WellRoot ST kök kanal patının, epoksi rezin esaslı patlara göre daha biyouyumlu ve toksisitesinin az olduğu bildirilmiştir (Lee ve ark 2019) .

Bioseramik esaslı patların en önemli dezavantajı; bu materyallerin kök kanalında bir defa sertleşme reaksiyonunu tamamladıktan sonra, post boşluğu oluşturma ya da retreatment (yeniden kanal tedavisi) gibi uygulamalar için kanaldan uzaklaştırılması gerektiğindeki zorluktur (Cherng ve ark 2001). Çalışma boyunun ya da apikal daralımın kaybı, yeterli temizlik ve şekillendirme sürecini olumsuz etkiler. Sonuçta rezidüel bakteriler için çoğalma süreci devam eder ve retreatment tedavisinin başarısını tehlikeye atabilir (Hess ve ark 2011) .

1.2. Kök Kanal İrrigasyonu

İrrigasyon başarılı bir kök kanal tedavisinin anahtar parçalarından biridir. İrrigasyon mekanik enstrümantasyon ile ulaşılamayan kök kanal duvarındaki alanlarda etkili olmanın tek yöntemidir (Baumgartner ve Mader 1987). Bu alanlar, istmuslar, lateral kanallar, aksesuar kanallar ve apikal delta gibi düzensiz ve ekstra boşluklardır. Aynı zamanda, geniş ve oval kanallarda dikkatli bir enstrümantasyona rağmen hiç dokunulamamış alanlar olduğu bildirilmiştir (Haapasalo ve ark 2010) .

Başarılı bir irrigasyon ile (Park ve ark 2012) ;

- Enstrümantasyon sürecinde ve sonrasında dentin debrislerinin, nekrotik ve enflame doku artıklarının, zararlı mikroorganizmaların kanaldan uzaklaştırılması sağlanır.

- Kök kanal şekillendirme prosedürlerinde kullanılan enstrümanlar ile kanal duvarı arasındaki sürtünme kuvveti ve ısı azaltılır.

- Kanal duvarlarındaki organik ve nekrotik dokular çözüldüğü için enstrümanların kesme etkinliği artar.

❖ Kök kanal şekillendirme işlemlerinde apikal ekstrüzyon yoluyla periapikal alana debris, planktonik ve biyofilm içerisindeki bakterilerin invazyonu engellenmiş olur.

İdeal kök kanal irriganları (Harrison 1984) ;

❖ Geniş antimikrobiyal spektruma sahip olmalı ,

❖ Biofilmler içerisindeki anaerobik ve fakültatif bakterilere karşı yüksek etkinlik göstermeli ,

❖ Nekrotik pulpa artıklarını çözmeli ,

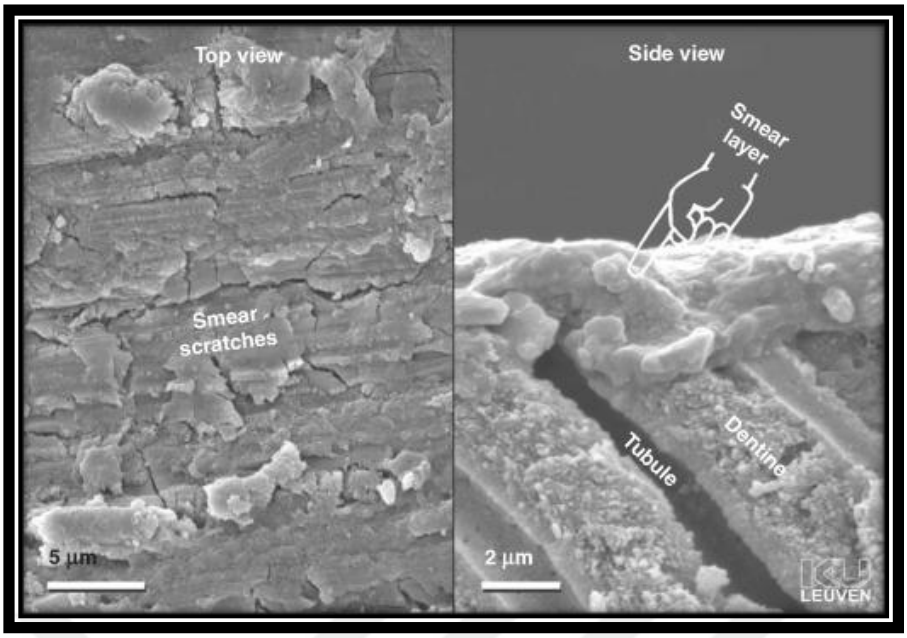
❖ Endotoksinleri etkisiz hale getirmeli ,

❖ Enstrümantasyon sürecinde smear tabakasının oluşumunu engellemeli veya smear tabakası bir kez oluştuysa dahi çözmeli ve uzaklaştırmalı ,

❖ Vital dokularla temasa geçtiklerinde toksik, kostik (yakıcı) olmamalı ve anaflaktik reaksiyonları tetikleyici olmamalıdır.

1.2.1. Smear Tabakası

Smear tabakası; enstrümantasyon süreci ve sonrasında oluşan 1-2 mm kalınlıkta amorf yapıda dentin debrisi gibi inorganik ; mikroplar, nekrotik pulpa dokusu ve osteoblast hücreleri gibi organik içeriğe sahip tabakadır (Violich ve Chandler 2010) .



Şekil 1.2.1. Smear Tabakasının Tarayıcı Elektron Mikroskopi Görüntüsü.

Smear tabakası içeriğindeki mikrobiyal zenginlik sebebiyle inatçı enfeksiyonları tetikleyebilir, aynı zamanda dentin tübüllerinin ağzında blokaj oluşturabilir ve sonuçta kök kanal sisteminde yeterli dolumun sağlanmasını engelleyebilir (Kokkas ve ark 2004) (Şekil 1.2.1). Smear tabakasının demineralize ederek uzaklaştırmada ve organik doku çözmede aynı zamanda etkili tek bir solusyon bulunamamıştır. Bu sebeple NaOCl gibi organik doku çözücülere ek olarak EDTA, sitrik asit gibi şelatörlerin kullanımı önerilmiştir (Zehnder 2006).

1.2.2. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Sodyum hipoklorit, nekrotik dokuları, smear tabakasının organik komponentlerini ve biofilm tabakasını çözmede eşsiz bir kapasiteye sahiptir. Bu sebeple, kök kanal tedavisindeki en önemli solusyondur. NaOCl, endodontik amaçlı %0.5-6'lık konsantrasyonlarda kullanılır (Stojicic ve ark 2010) . Birtakım çalışmalar, NaOCl'nin %1-2'lik konsantrasyonlarının, yüksek konsantrasyonları ile karşılaştırıldığında yetersiz etkinlik gösterdiğini bildirmiştir (Wang ve ark 2012) Bununla birlikte yüksek konsantrasyonların, apikal daralımdan taşma durumunda periapikal dokular üzerinde yüksek toksik özellik ve ciddi irritasyon gösterdiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur. (Gernhardt ve ark 2004) . NaOCl, smear tabakasının inorganik komponentlerini çözmede başarısız bulunmuştur.

1.2.3. Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)

EDTA, kök kanal tedavisinde NaOCl irrigasyonu sonrası kullanılan şelatör bir ajandır (Loel 1975) . Genellikle %15 ya da %17'lik konsantrasyonlarda kullanılır. EDTA smear tabakasının sadece inorganik kısmında etkili olur. EDTA bakteriyel hücre membranını zayıflatır ve biofilmlerin uzaklaştırılmasında etkili olduğu düşünülmektedir (Sen ve ark 2000).

1.2.4. Klorheksidin (CHX)

Klorheksidin, diş hekimliğinde plak oluşumunu önleme ve yeterli antimikrobiyel etkinliği sebebiyle dezenfekte etmede kullanılmaktadır. Endodontide ise , EDTA sonrasında final solüsyon olarak kullanılmaktadır. CHX'in inorganik veya organik doku çözme özelliği yoktur (Russell ve Day 1993) . Bununla birlikte, kanal duvarına bağlandıktan sonra 12 haftaya kadar süren antimikrobiyal etkinliği (substantivitesi) sebebiyle endodontide kulllanım alanı geniştir (Rosenthal ve ark 2004) . CHX, substantivitesi sayesinde seanslar arası kanal içi medikament olarak ta kullanılmaktadır (Barbosa ve ark 1997) . Özellikle retreatment tedavilerinde klorheksidinin kullanımı, gram pozitif bakterilere etkinliği sebebiyle avantajlı görünmektedir (Zehnder 2006) . Rezin dentin bağlantısı gösteren adezivler ya da kök kanal patları kullanıldığında , CHX ile ön irrigasyonun rezin dentin bağlantısını güçlendireceği iddia edilmiştir (Liu ve ark 2011).

1.2.5. Önerilen İrrigasyon Protokolü

Nekrotik dokuları çözme etkinliği sebebiyle, NaOCl kanal şekillendirme işlemi boyunca her eğeleme arasında uygulanmalıdır. Şekillendirme prosedürü tamamlandığında kanallar, smear tabakasının inorganik komponentini uzaklaştırmak amacıyla EDTA ya da sitrik asit ile yıkanmalıdır. Şelatör ajanların en az 1 dakika boyunca 5-10 ml miktarda uygulanması önerilmiştir. Şelatör ajanlara uzun süreli maruziyetin kök dentin yapısında, dentin sertliğinde ve dişin elastik modülüsünde zayıflamaya neden olacağı unutulmamalıdır. Kök kanallarındaki debrisin uzaklaştırıldığına emin olduktan sonra kanallar antimikrobiyal substantiviteye sahip CHX ile yıkanmalıdır (Zehnder 2006) .

1.3. Dentin Tübül Penetrasyonu

Dentin tübülleri içerisine giren kök kanal patı miktarı penetrasyon olarak tanımlanır (Russell ve ark 2018). Dentin tübül penetrasyon derinliği, kök kanal patlarının performans ölçeklerinden biridir. Kök kanal patlarının dentin tübülleri içerisine penetrasyonu, fiziksel bir bariyer oluşumunu sağlar ve bu bariyer fizikokimyasal temizlik sonrası dentin içerisinde varlığını devam ettiren bakterilerin besi yerini keser ve besinsiz alan içerisine bakterileri hapseder. Aynı zamanda bu penetrasyon, kök dolgusunun tutuculuğunu artırır (White ve ark 1984, Kokkas ve ark 2004) . Kök kanal patları dentin tübüllerine penetre olduktan sonra da bakterisidal (bakteri öldürücü) etkilerini devam ettirebilirler. Bu etkinin , periapikal lezyonların iyileşmesini hızlandırdığı ve yeniden enfeksiyon gelişmesi ihtimalini elimine ettiği bildirilmiştir (Branstetter ve Von Fraunhofer 1982). Bununla birlikte, kök kanal patının dentin tübül penetrasyonu ile dolgu materyalinin örtücülüğü arasında bir bağlantı bulunmadığını bildiren bir çalışma da mevcuttur. (ULUSOY ve ark 2014)

Kök kanal patlarının parikül ebatı, çözünürlük, viskozite ve yüzey gerilimi gibi fizikokimyasal özellikleri ile kök dentini üzerinde preparasyon sonrası meydana gelen smear (debris) tabakası, kök kanal morfolojisi ve kanal dolum teknikleri dentin tübüllerine penetrasyon derinliğini etkiler (Türker ve ark 2018) .

Bir kök kanal patının dentin tübül penetrasyonu, dentin tübüllerinin çapına, kullanılan kök kanal patının içeriğindeki partiküllerin boyutuna ve akıcılık miktarına bağlıdır (Bird ve ark 2012) . Kök kanal patlarının akıcılığını ise; materyalin içeriği, makaslama kuvveti, partikül büyüklüğü, ısı ve karıştılmadan sonra geçen süre etkiler (Zhou ve ark 2013) .

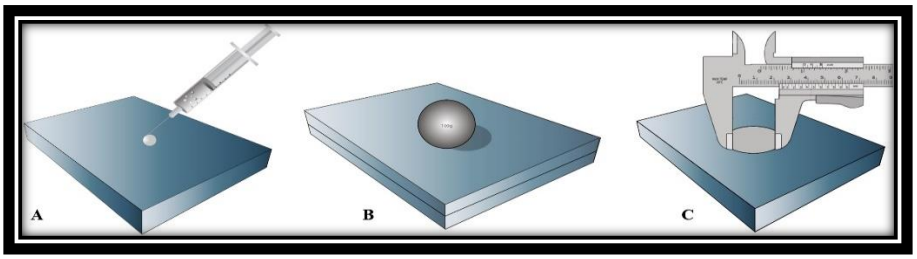
Kök dentininde, dentin tübüllerinin çapı kök kanal patlarının penetrasyonu için yeterli genişliktedir. Çalışmalar kök dentininde, pat penetrasyon derinliğinin koronal, orta ve apikal üçlü seviyelerinde farklılık gösterdiğini bildirmiştir (Weis ve ark 2004, Gharib ve ark 2007) . Vasiliadis ve arkadaşları, orta üçlünün koronal bölgesinde kök dentininde en derin pat penetrasyon derinliğini bildirmiştir (Vassiliadis ve ark 1994) . Apikal üçlü ile kıyaslandığında, koronal ve orta üçlüdeki

dentin tübüllerinin çapı daha geniştir ve sayıca daha fazladır. Bu durum dentin tübül penetrasyon derinliğini artırabilir ve dentin tübül derinliği çalışmalarında görüntülemeyi kolaylaştırabilir. Apikal bölgedeki bazı alanlarda sklerotik (daralmış) dentin yapısı ya da dentin tübüllerinin hiç olmadığı durumlar bildirilmiştir. Bununla birlikte, sement yapısının apikal bölgede dentin içermeksizin kanal duvarlarına uzanabildiği bildirilmiştir (Mjör ve ark 2001) .

1.4. Dentin Tübül Penetrasyonunun İncelenmesinde Kullanılan Yöntemler

Dentin tübül penetrasyonunun incelenmesinde geçmişten günümüze birçok yöntemden yararlanılmıştır. Bir çalışmada yapay oluşturulmuş lateral kanallara yayılımı incelemek için radyografilerden yararlanılmıştır. Skorlama işlemi ise 4 grup oluşturularak, penetrasyon miktarına göre yorumlama şeklinde yapılmıştır (Candeiro ve ark 2019) .

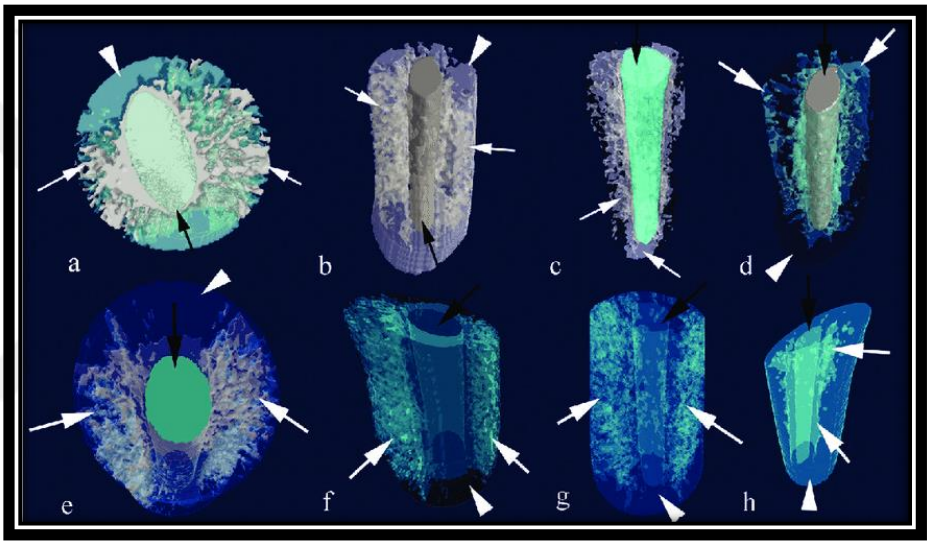
Kök kanal patlarının laboratuar şartlarında in vitro ortamda akıcılık miktarların ölçümü ise patların bir cam üzerinde karıştırıldıktan 3 dakika sonra başka bir cam ile kapatılıp 100 - 120 Newton'luk bir kuvvet uygulandıktan 7 dakika sonra yayılım miktarının, lineer boyutların ölçümünde kullanılan bir kaliper ile ölçümlenmesini içerir (Lee ve ark 2017) . Bununla birlikte, bu yöntem patların akıcılığının üretici firmalarının iddiaları ile ISO 6876/2012 ve ANSI/ADA şartnamesinin uyumunun kontrolünde kullanılır ve dentin tübül penetrasyonu hakkında net bir bilgi sağlamaz (Şekil 1.4.1).



Şekil 1.4.1. Kök kanal patlarının akış miktarının ölçülmesinde kullanılan dijital kaliper yöntemi (Lee ve ark 2017) .

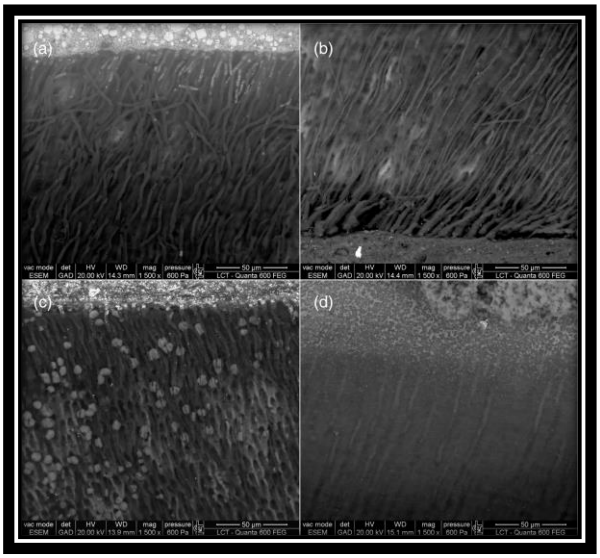
Kök kanal patlarının penetrasyon miktarının ölçümlenmesinde değil, ancak penetre olan patın kanal duvarı ile bağlantısının ve patın içerisinde var olan boşlukların miktarının incelenmesinde Mikro-CT (bilgisayarlı tomografi) 'den

yararlanılmıştır. Mikro-CT, yıkıcı etkisi olmayan analitik bir metottur. Yüksek doğruluk ve boyutsal çözünürlükte üç boyutlu nesnenin bilgisini verir. Kök kanal dolumunun kalitesinin tahmininde, dolum ve enstrümantasyon sırasında ve öncesinde meydana gelen çatlakların incelenmesinde kullanılır (Celikten ve ark 2016) (Şekil 1.4.2) . Kalsiyum silikat esaslı patların kök kanal dolum kalitesinin incelendiği bir çalışmada Mikro-CT yöntemi ve kesit alınarak uygulanan stereomikroskop yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta, stereomikroskopik yöntemde kesit alınmasının kök kanal sisteminde var olan ancak kesim esnasında kaybolan boşlukların farkedilmesi ile Mikro-CT yönteminin diş üzerinde herhangi bir işlem gerektirmeyen yönteminin üstünlüğü bildirilmiştir (Stringheta ve ark 2017) .



Şekil 1.4.2. Dentinde pat penetrasyonunun kalitesinin incelenmesinde micro-CT yöntemi (Huang ve ark 2018) .

SEM (Tarayıcı elektron mikroskopisi), dentin tübül penetrasyonunun incelenmesinde kullanılmıştır (Şekil 1.4.3). SEM değerlendirmesinde, materyallerin inceleme öncesi kurutulması gerekmektedir. Bu durum pat penetrasyon derinliğinin ölçülmesinde kullanılırken problem oluşturabilir. Kök kanal patlarının belirli miktardaki su/sıvı kayıplarının penetrasyon sonuçlarını yanlış yönlendirebileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte, SEM değerlendirmesinde, görüntüler radyografi yönteminde olduğu gibi yorumlamaya dayalı skorlama ile yapılır (Jeong ve ark 2017) .

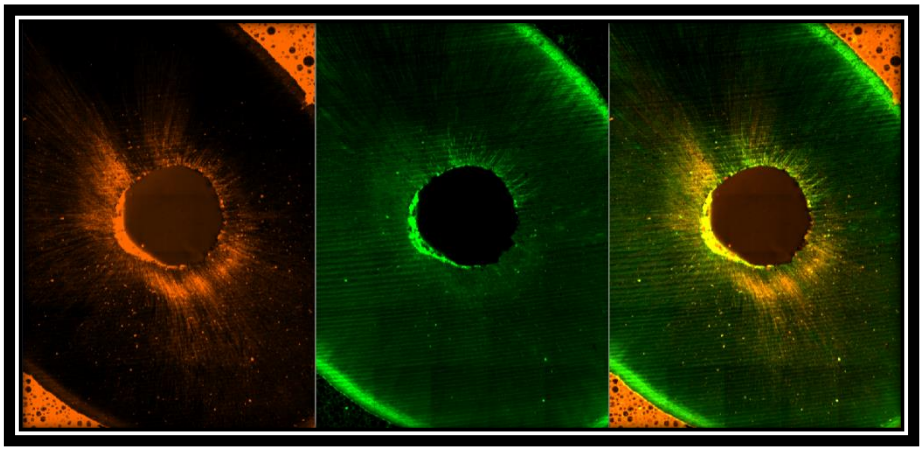


Şekil 1.4.3. Patların Dentin Tübül Penetrasyonunun SEM altında görüntülenmesi (Moura-Netto ve ark 2015) .

CLSM (Konfokal Lazer Taramalı Mikroskopi) değerlendirmesi dentin tübül penetrasyonu inceleme yöntemleri arasında en güncel sistemlerden biridir. Son beş yılın dentin tübül penetrasyonu çalışmalarının geneli konfokal lazer taramalı mikroskopi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu yöntemde, patların kök kanalına yerleşimi öncesinde floresans özelliğe sahip (Rodamin-B, Rhod-2, Fluo-3, FITC) boyalar ile karıştırılması gerekmektedir. Belirli dalga boylarına sahip boyalı patlar yatay ya da dikey alınmış kesitlerde konfokal lazer taramalı mikroskop altında incelenir (Şekil 1.4.4).

CLSM, SEM ve stereomikroskop gibi diğer yöntemlerin aksine örnekler üzerinde hatalı cevap ya da artefakt oluşturacak herhangi bir ön işlem gerektirmez (Perdigao ve ark 2000) .

Çoklu parametrelerin incelenmesinde birden fazla boyanın aynı çalışmada ve görüntülemede incelenebilmesine olanak sağladığı bildirilmiştir. Aynı zamanda farklı boyaların ayrı ayrı veya istenirse üst üste çakışık şekilde gözlenmesini sağladığı bildirilmiştir (Kok ve ark 2014) .



Şekil 1.4.4. Konfokal lazer taramalı mikroskop altında iki farklı boya penetrasyonunun ayrı ayrı ve çakışık görüntüsü

1.5. Retreatment (Kök Kanal Tedavisi Tekrarı)

Endodontik retreatment, teşhisinde yetersiz tedavi içeren bununla birlikte güncel durumu, başarılı sonuç için yeni bir endodontik tedaviyi gerektiren dişlere uygulanan prosedürdür (Ruddle 2004) .

Kök kanal tedavisinin amacı, apikal foramene ulaşarak, dolum materyallerinin tamamen kaldırılması ile kök kanal sistemi içerisinde yeterli temizlik ve şekillendirmenin yapılmasıdır. Bu işlem, son dolum öncesi iyileşme için yeterli ortamı sağlar (Saad ve ark 2007) . Kanalda apikal daralıma ulaşılması ve temizleme şekillendirme işlemlerinin apikal daralıma mümkün olan en yakın alanda yapılmasının periapikal iyileşmeyi etkileyen faktörlerden biri olduğu bildirilmiştir (Ng ve ark 2011) .

Endodontik başarısızlıkların sebepleri olarak (Tewari ve ark 2012) ;

- ❖ Bulunamamış kanallar
- ❖ Koronal sızıntı
- ❖ Post yerleştirme hataları
- ❖ Apikal bölgede meydana gelen tıkanmalar, dirsekler, perforasyonlar ve transportasyonlar
- ❖ Restorasyon başarısızlıkları

- ❖ Kırıklar, çatlaklar
- ❖ Yeterli dolum sağlanamamış kanallar
- ❖ Kök kanal dolgusunun taşkın/eksik olması
- ❖ Şekillendirme, temizleme ve obturasyon (tıkama) esnasındaki yetersizlikler
- ❖ Bakteriyel kontaminasyon
- ❖ İyatrojenik hatalar
- ❖ Dişlerin anatomik varyasyonları
- ❖ Okluzal travma olarak bildirilmiştir.

1.5.1. Kök Kanal Dolgu Sökümünde Kullanılan Yöntemler

Kök kanal dolgusunun sökümünde manuel endodontik eğeler, resiprokasyon ya da rotasyon yapan nikel titanyum eğeler, gates glidden, sıcak sistemler ve ultrasonik kullanımı gibi farklı teknikler bildirilmiştir. Guta-perka çözücülerin, bu prosedüre ek veya yalnız kullanılabileceği bildirilmiştir (Kosti ve ark 2006, Kasam ve Mariswamy 2016) .

Guta-perkanın, kloroform, karbon disülfid, benzen, ksilen, esansiyel yağlar, kısmen ökaliptolde çözündüğü bildirilmiştir. Tamse ve arkadaşları, 1986, kloroformun , test edilen tüm guta-perka markaları üzerinde, en etkili çözücü materyal olduğunu bildirmiştir (Tamse ve ark 1986). Kloroformun potansiyel karsinojen etkisine rağmen, hızlı etki göstermesi, hızlı buharlaşması ve kısa çalışma zamanı gibi avantajları sebebiyle halen kullanıldığı bildirilmiştir (Wennberg ve Ørstavik 1989) . Kök kanal dolgusu sökümünde, çözücülerin kullanımının çalışma süresini kısalttığı ancak kök kanal sisteminin temizliğini artırmadığı iki çalışma tarafından bildirilmiştir (Ma ve ark 2012, Sağlam ve ark 2014) .

Kök kanal dolgusunun sökümü sonrası , kanal içerisindeki pat ve/veya guta-perka gibi dolum materyallerinin tamamen uzaklaştırılmasının mümkün olmadığı dört çalışma tarafından bildirilmiştir (Zuolo ve ark 2013, Helvacioglu-Yigit ve ark

2014, Rödig ve ark 2014, Rosa ve ark 2015). Kök kanal sisteminde kalan guta-perka, pat gibi materyaller içerisinde nekrotik doku artıkları ve/veya mikroorganizmalar bulunabilir. Bu mikroorganizmalar kök kanal sistemi içerisinde çoğalabilir ve sonuçta inatçı enfeksiyonlar ve ağrı gelişebilir (Schirrmeister ve ark 2006) .

Kök kanal sökümü sırasında kullanılan tekniklerden bağımsız olarak , dolum materyallerinin dentin duvarlarına adezyon kapasitesi, akıcılığı gibi fizikokimyasal özelliklerin penetrasyonu etkileyebileceği ve sonucunda materyal artıklarının kanaldan uzaklaştırılmasını güçleştirebileceği bildirilmiştir (Santos ve ark 2017) . AH Plus patının, rezin esaslı yapısından ötürü, dentin duvarlarına daha iyi adezyon sağladığı ve kök kanal sisteminden uzaklaştırmanın daha zor olduğu bildirilmiştir (Santos ve ark 2017). Darren ve arkadaşlarının bioseramik esaslı patların kanaldan sökümü üzerine yaptığı çalışmasında ise, geleneksel retreatment teknikleri ile bioseramik içerikli kök kanal patlarının kanal sistemi içerisinden tamamen uzaklaştırılmasının mümkün olmadığı bildirilmiştir (Hess ve ark 2011) . Başka bir çalışmada ise, dentin penetrasyonunda oluşturduğu hidroksiapatit yapısı sebebiyle kalsiyum silikat içerikli patların, geleneksel retreatment teknikleri ile kanaldan tamamen uzaklaştırılmasının mümkün olmadığı bildirilmiştir (Neelakantan ve ark 2013) .

Patların dentin tübüllerine penetre olduktan sonra tamamen sökülmesinin mümkün olmadığı , bununla birlikte çinko oksit öjenol esaslı patların dentin tübülünde kalan artıklarının retreatment tedavisinde uygulanacak olan patların bağlantı gücünü ve miktarını etkileyebileceği bildirilmiştir (Rached-Junior ve ark 2014). Dentin tübül penetrasyon derinliği, patların retreatment tedavilerinde kanaldan uzaklaştırılma miktarını etkileyen bir faktör olarak düşünülebilir. Dentin penetrasyon özelliği bir kusur olmamakla birlikte, materyalin derin penetrasyon derinliği ve dentin tübül blokajı miktarı retreatment tedavilerinde zorluğa sebebiyet verebilir (Uzunoglu ve ark 2015) .

Bilgimiz dahilinde, dentin tübül penetrasyon derinliğinin araştırıldığı birçok çalışma mevcut olsa da , pat penetrasyon derinliklerinin kanal tedavisi ve retreatment tedavisi sonrası konfokal lazer taramalı mikroskop altında karşılaştırılmalı olarak incelendiği bir adet çalışma mevcuttur (Kok ve ark 2014) . Kok ve arkadaşları, çalışmalarında dolum tekniği olarak lateral kompaksiyon tekniğini, floresans boya

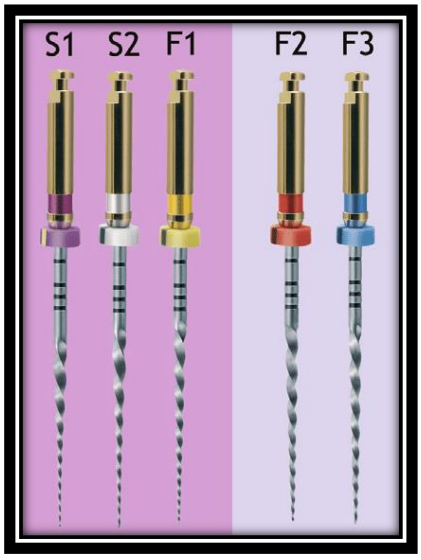
olarak, rhodamin-B ve flourescein'i tercih etmişlerdir. Kanal tedavisi ve retreatment işlemi sonrası pat penetrasyon derinliklerini aynı pat grubu için değerlendirmişlerdir. (örneğin; birincil kanal tedavisi (AH Plus), retreatment (AH Plus)) Diğer taraftan, aynı örnekte iki farklı pat karşılaştırıldığında dentin tübül penetrasyon derinliğinin nasıl etkilenebileceği henüz araştırılmamıştır. (örneğin; birincil kanal tedavisi (AH Plus), retreatment (MTA Fillapex)). Bu çalışmanın amacı; epoksi rezin esaslı AH Plus , bioseramik içerikli MTA Fillapex ve WellRoot ST kök kanal patlarının kendi içerisindeki tüm kombinasyonlarında tek kon dolum tekniği uygulanarak , kanal tedavisi ve retreatment sonrası iki farklı floresans boya (Rhod-2 ve Fluo-3) ile pat penetrasyon derinliklerinin konfokal lazer taramalı mikroskop altında ölçümlenmesi ve karşılaştırılmasıdır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu doktora tez çalışmasının protokolü Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu, Konya, Türkiye tarafından onaylanmıştır ve 20212007 proje numarası ile 15 Ekim 2019 tarihinde Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi (BAP) kurulunca desteklenmiştir. Tüm deneysel girişimler tek bir operatör tarafından yapılmıştır.

2.1. Örneklerin Hazırlanması

Ortodontik veya periodontal sebeplerle çekilmiş, çürüksüz, kök gelişimini tamamlamış tek kanallı 96 adet insan daimi mandibular premolar dişi çalışmaya dahil edilmiştir. Organik artıkların uzaklaştırılması için dişler %5,25'lik NaOCl içinde 24 saat bekletildikten sonra distile su ile yıkanıp kullanılacakları zamana kadar serum fizyolojik solüsyonunda saklanmıştır. Kron–kök yüzeyinde çatlak ve/veya kırık ihtiva eden dişler çalışma dışı bırakılmıştır. Kök yüzeyinde rezorpsiyon gösteren ya da açık apeksli dişler ve apikal daralımda çalışma boyunda sıkışmanın hissedildiği eğe numarası 15'ten büyük dişler çalışma dışı bırakılmıştır. Dişlerin tek kanallı olup olmadığının doğrulaması, kron kökten mine sement seviyesi sınırında su soğutması altında elmas fissur frez (Diatech Swiss Dental Instruments, Altstätten, İsviçre) ile ayrıldıktan sonra kanal ağzının incelenmesi ve tereddütte kalındığında ise periapikal röntgen ile yapılmıştır. Tüm dişlerin kök boyu apikal daralım - koronal seviye arası mesafesi 15 mm olacak şekilde ayarlanmış ve mine-sement sınırındaki yatay kesitteki kanal ağzı şekli yuvarlak olan örnekler çalışmaya alınmıştır. Bukkolingual / meziodistal uzunluk oranı 1.5 tan fazla olan dişler oval form gösterdiği kabul edilerek çalışma dışı bırakılmıştır. Tüm örnekler çalışma boylarında Protaper Universal döner eğe sistemi kullanılarak sırasıyla S1(18.02), S2(20.04), F1(20.07) , F2 (25.08) ve F3 (30.09)'e kadar genişletilmiştir (Şekil 2.1). İlk koronal genişletme için SX giriş eğesi kullanılmamıştır.



Şekil 2.1. Çalışmamızda birincil kök kanal tedavisinde kullanılan Protaper Universal eğe sistemi ve kullanım sıralaması .

Her eğeleme arasında kanallar debrislerin ve organik doku artıklarının uzaklaştırılması amacıyla 2mL %2.5 luk NaOCl ile irrige edilmiştir. İrrigasyonda 27 Gaugeluk açık uçlu iğneler kullanılmıştır. İğnelerle apikal ekstrüzyonu engellemek amacıyla irrigasyonda çalışma boyundan 3 mm kısa çalışılmıştır. Eğeleme işlemi sona erdikten sonra kanallar sırasıyla 5mL %17lik EDTA solüsyonu, 1mL steril salin, 2mL %2.5'luk NaOCl, 1mL steril salin ve 2 mL %2'lik CHX ile irrige edilmiştir.

2.2. Örneklerin Gruplandırılması ve Kök Kanal Obturasyonu

Preparasyon süreci tamamlanmış 96 adet mandibular premolar diş, F3 numara (DiaDent, Kore) açılı kağıt konlarla kurulandıktan sonra kök kanal obturasyonu için kök kanal patlarına göre 3 alt gruba (n=32) ayrılmıştır. İlk gruplar aşağıda gösterildiği şekildedir.

Grup 1 (n=32): AH Plus(Dentsply, Almanya)) Kök Kanal Patı + Rhod-2 (Chemodex, İsviçre)

Grup 2 (n=32): MTA Fillapex (Angelus, ABD)Kök Kanal Patı + Rhod-2 (Chemodex, İsviçre)

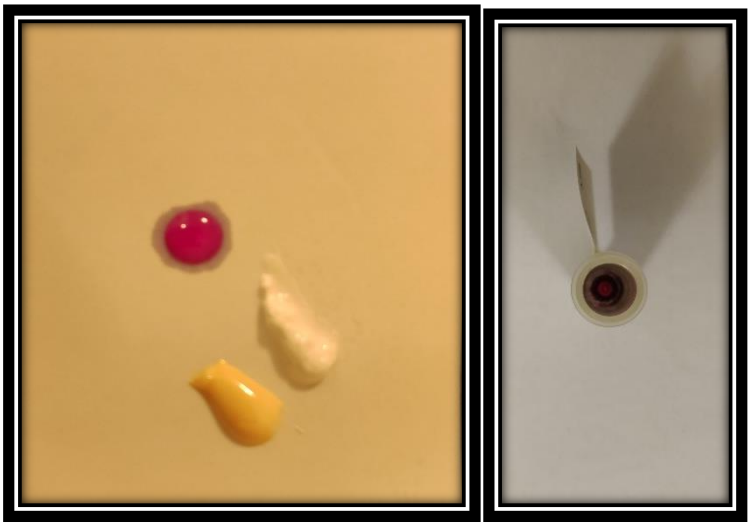
Grup 3 (n=32): WellRoot ST (Vericom, Güney Kore) Kök Kanal Patı + Rhod-2 (Chemodex, İsviçre)

AH Plus ve MTA Fillapex patları, üreticinin talimatları doğrultusunda 1:1 oranda karıştırılarak hazırlanmıştır. WellRoot R.C.S patı ise önceden hazırlanmış tek patlı sistemde bir şırınga içerisinde enjektable olarak uygulanmıştır (Şekil 2.2.1).



Şekil 2.2.1. Çalışmamızda kullanılan kök kanal patları; MTA Fillapex, AH Plus, WellRoot ST.

Gruplardaki patları konfokal lazer taramalı mikroskop altında görünür kılmak için kalsiyum indikatörü olarak görev yapan, kırmızı renkte Rhod-2 boyası Dimetil Sulfoksit (DMSO)(Merck, Almanya) likitinde % 0.1 oranında çözdürülmüş olarak eklenmiştir (Şekil 2.2.2).



Şekil 2.2.2. Kök kanal patı ile karıştırılmadan önce DMSO da çözdürülmüş Rhod-2 boyası

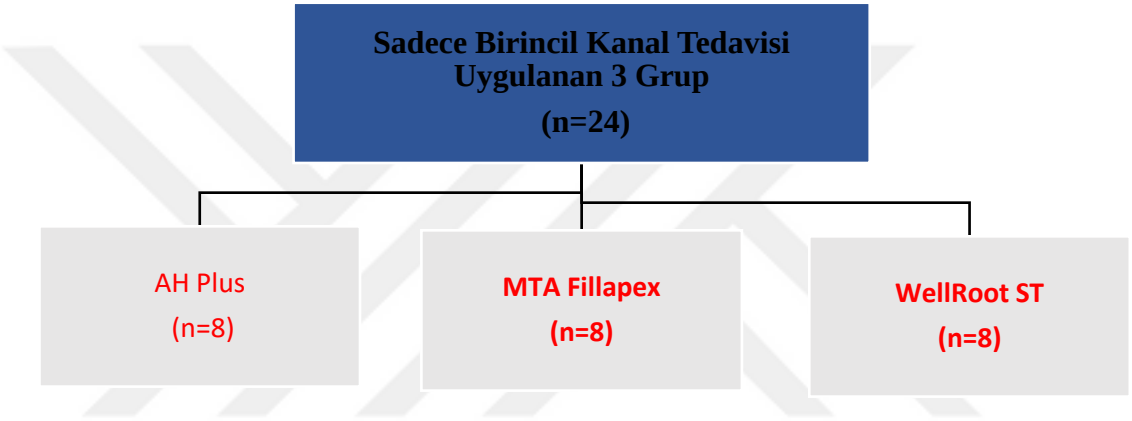
Patlar ile boyalar karıştırıldıktan sonra boyanın akışkanlığına bağlı olarak patın viskozitesinin etkilenmemesi için bir dakika bekletilmiştir. Bu süre içerisinde DMSO uçucu özellik göstermiştir. Hazırlanan patlar kanallara, 30 numara lentülo ile endomotor (X-Smart, Densply, Almanya) da 800 rpm hız 2.0 tork ile yarım dakika kullanılarak yerleştirilmiştir. Ardından F3 (Protaper Universal) açılı guta-perkalar patlara daldırıldıktan sonra kanal içerisine çalışma boyunda yerleştirilmiştir (Şekil 2.2.3).

.



Şekil 2.2.3. Birincil kanal tedavisinde dolumda kullanılan F3 açılı guta-perka ve Rhod-2 boyası.

Isıtılmış paslanmaz çelik ekskavatörler ile guta-perkalar kanal ağzından ayrılmıştır. Pluggerlar ile vertikal kondensasyon sağlandıktan sonra kanal ağızları geçici dolgu malzemesi (Cavit, 3M Espe, ABD) ile kapatılmıştır. Örnekler 37 derecede %100 nemlilikte inkübatörlerde 3 hafta boyunca kök kanal patlarının tamamen sertleşmesi amacıyla bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda her gruptan sekizer örnek (n=8) sadece birincil kanal tedavisi grubunu temsil etmek üzere ayrılmıştır.



Çizelge 2.2.1. Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan 3 grup .

Kalan üç gruptaki yirmi dörder örnek (n=24) retreatment işlemleri için alınmıştır. Örneklerin hiçbirinde guta-perkaların sökümü amacıyla kloroform, ksilen, portakal yağı gibi bir çözücü kullanılmamıştır. Döner alet sisteminde, retreatment eğesi (Fanta Dental, IntroKit, Çin) ile guta-perka içerisine gömülerek hareketin, guta-perka-pat bağlantısını kırması amaçlanmıştır. Bu şekilde yükselen guta-perkalar 25 H (Mani, Çin) eğe veya presel yardımıyla kanalın ilk preparasyonuna zarar vermeyecek şekilde uzaklaştırılmıştır (Şekil 2.2.4).



Şekil 2.2.4. Herhangi bir çözücü kullanılmadan kanaldan tek parça olarak sökülmüş guta-perkalar .

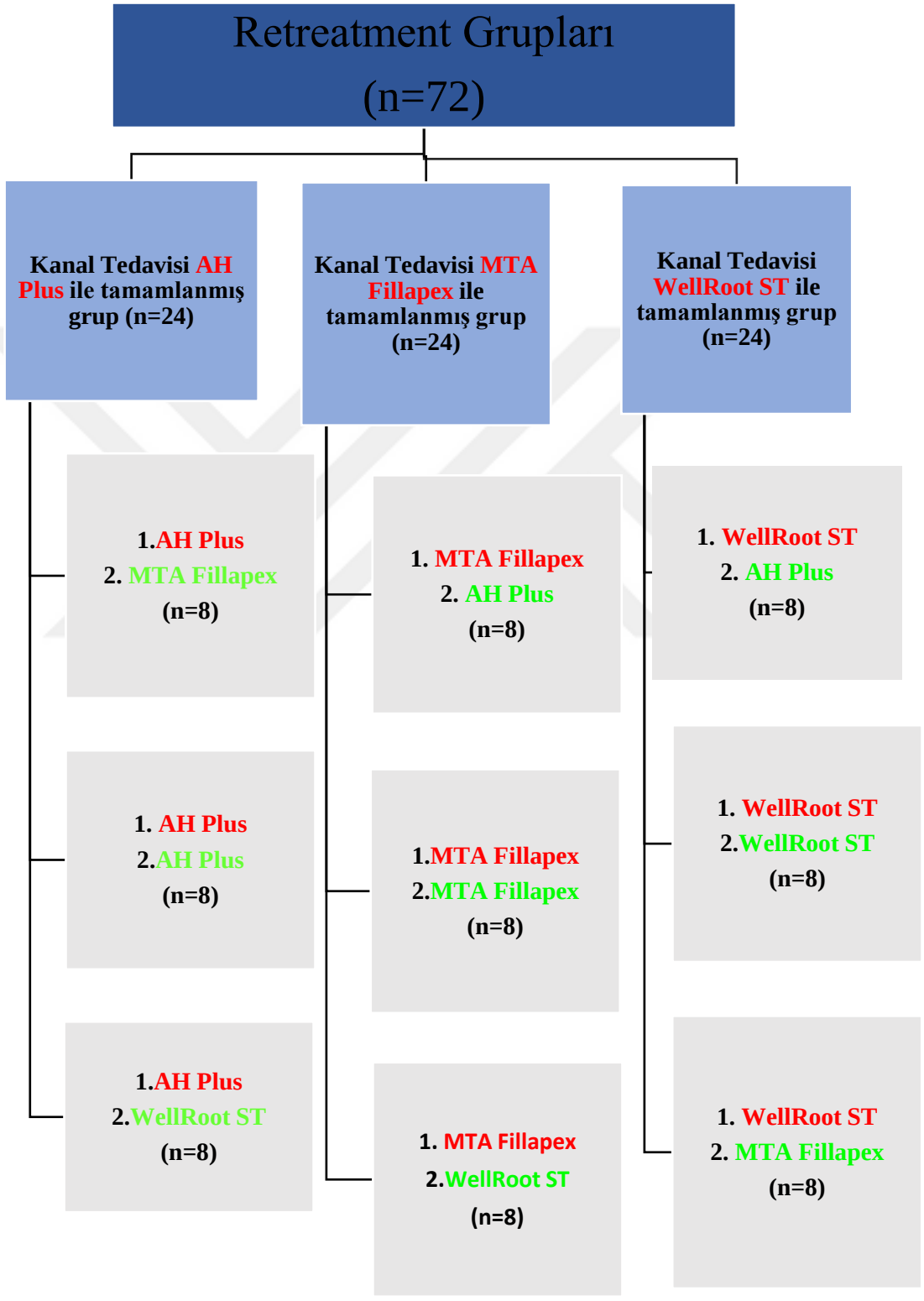
Kanallar F3'ten F4 (40.06) e kadar çalışma boylarında genişletilmiştir (Şekil 2.2.5).



Şekil 2.2.5. Çalışmamızda retreatment sürecinde kök kanal genişletmede kullanılan Protaper Universal döner alet eğeleri ve kullanım sıralaması .

Bu işlemler sırasında kanallar 10mL NaOCL ile yıkanmıştır. Ardından, sırasıyla 5mL %17'lik EDTA solüsyonu, 1mL steril salin, 2mL %2.5'luk NaOCl, 1mL steril salin ve 2 mL %2'lik CHX ile irrige edilmiştir. Kanalların ağızları pamuk pelet ve geçici dolgu malzemesi (Cavit,3M ESPE, ABD) ile kapatılmıştır. İn vivo iyileşme sürecini taklit etmek amacıyla örnekler 10 gün boyunca 37 derecede %100 nemlilikte inkübatörde bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda, kanallar öncelikle 2mL steril salin ile ardından sırasıyla, 5mL %17'lik EDTA solüsyonu, 1mL steril salin, 2mL %2.5'luk NaOCl, 1mL steril salin ve 2 mL %2'lik CHX ile irrige

edilmiştir. Kanallar F4 (DiaDent, Kore) numara açılı kağıt konlarla kurulanmış ve kalan 3 gruptaki 72 adet diş kendi kombinasyonlarını oluşturacak şekilde 9 alt gruba ayrılmıştır (n=8) .



Çizelge 2.2.2. Çalışmamızda retreatment tedavisi uygulanan 9 grup.

Gruplardaki patlara, konfokal lazer taramalı mikroskop altında görünür kılmak için kalsiyum indikatörü olarak görev yapan, yeşil renkte Fluo-3 boyası Dimetil Sulfoksit (DMSO) (Merck, Almanya) likitinde %0.1 oranında çözdürülmüş olarak eklenmiştir. Patlar ile boyalar karıştırıldıktan sonra boyanın likiditesine bağlı olarak patın viskozitesinin etkilenmemesi için bir dakika beklenilmiştir. Bu süre içerisinde DMSO uçucu özellik göstermiştir. Kırk numara lentülo ile patlar kanallara endomotor (X-Smart,Densply, Almanya) da 800 rpm hız 2.0 tork ile yarım dakika boyunca yerleştirilmiştir. Ardından F4 (Protaper Universal) açılı guta-perkalar patlara bulandıktan sonra kanal içerisine çalışma boyunda yerleştirilmiştir. Isıtılmış paslanmaz çelik ekskavatörler ile guta-perkaların koronalde kalan parçası ayrılmıştır. Pluggerlar ile vertikal kondensasyon sağlandıktan sonra kanal ağızları geçici dolgu malzemesi (Cavit, 3M Espe, ABD) ile kapatılmıştır. Örnekler 37 derecede %100 nemlilikte inkübatörlerde 3 hafta boyunca kök kanal patlarının tamamen sertleşmesi amacıyla bekletilmiştir. Gruplar aşağıda belirtildiği haliyle örneklem sayısı her grupta 8 olacak şekilde belirlenmiştir:

Grup A (n=8): Birincil Kanal tedavisi (BKT) (AH Plus)+Rhod-2 boya

Grup M (n=8): BKT (MTA Fillapex) + Rhod-2 boya

Grup W (n=8): BKT (WellRoot ST) + Rhod-2 boya

Grup AA (n=8): BKT (AH Plus)+ Rhod-2 boya → Retreatment Tedavisi (RT) (AH Plus)+ Fluo-3 boya

Grup AM (n=8): BKT (AH Plus) + Rhod-2 boya → RT (MTA Fillapex)+ Fluo-3 boya

Grup AW (n=8): BKT (AH Plus) + Rhod-2 boya → RT (WellRoot ST) + Fluo-3 boya

Grup MA (n=8): BKT (MTA Fillapex) + Rhod-2 boya → RT (AH Plus) + Fluo-3 boya

Grup MM (n=8): BKT (MTA Fillapex) + Rhod-2 boya → RT (MTA Fillapex)+ Fluo-3 boya

Grup MW (n=8): BKT (MTA Fillapex) + Rhod-2 boya → RT (WellRoot ST) + Fluo-3 boya

Grup WA (n=8): BKT (WellRoot ST) + Rhod-2 boya → RT (AH Plus) + Fluo-3 boya

Grup WM (n=8): BKT (WellRoot ST) + Rhod-2 boya → RT (MTA Fillapex) + Fluo-3 boya

Grup WW (n=8): BKT (WellRoot ST) + Rhod-2 boya → RT (WellRoot ST) + Fluo-3 boya.

2.3. Örneklerden Kesit Alınması

Tüm örnekler 2 santimetre (cm) derinliğinde silindirik kapların içerisine ortodontik soğuk sertleşen akrilik (Vertex-Orthoplast, Hollanda) kullanılarak gömülmüştür. Akrilik sertleştikten sonra örneklerin apikal kısımlarının başlangıç olarak kabul edildiği akrilik tarafları kırmızı renk oje ile işaretlenmiştir (Şekil 2.3.1).



Şekil 2.3.1. Akrilik rezin içerisine gömülmüş dişlerin apikal uçlarının görüntüsü.

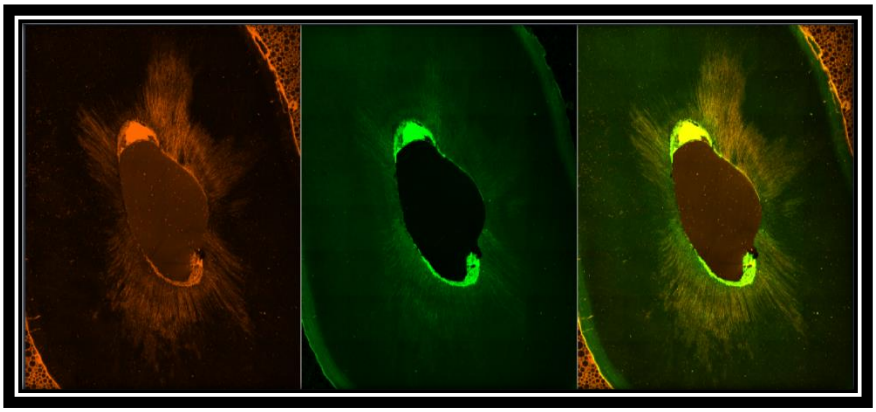
Sonrasında tüm örnekler kesici elmas disk kalınlığı 0.3 mm olan kesit alma cihazında (Isomed1000, Buehler,Pensilvanya, ABD) 975 rpm hızda apikalden 3, 8 ve 12 mm uzaklıkta 2.0+/- 0.1 mm'lik yatay kesitlere ayrılmıştır. Bu ikişer milimetrelik yatay kesitlerin incelenilmesi istenen tarafları siyah renk oje ile işaretlenmiştir ve her örnek için üç yatay kesit (koronal, orta, apikal olmak üzere) ayrılmıştır (Şekil 2.3.2).



Şekil 2.3.2. İsomed 1000 kesit cihazı ve her grup için koronal, orta ve apikal olmak üzere alınmış ikişer mm'lik 3 adet kesit.

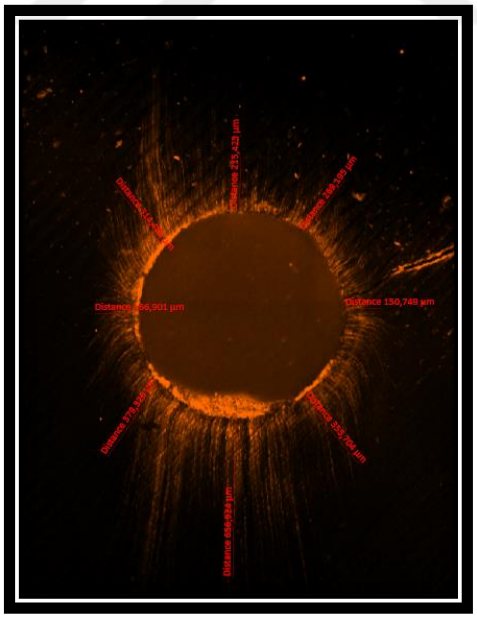
2.4. Konfokal Lazer Taramalı Mikroskopi İncelemesi

Hazırlanan tüm örnekler yatay bir lamel üzerine yerleştirilmiştir. Konfokal lazer taramalı mikroskop (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Kalifornia, ABD) altında incelenmiştir. Pat penetrasyonunu iki farklı boya altında inceleyebilmek için boyaların eksitasyon emisyon değerleri nanometre cinsi üzerinden sisteme girilmiştir. Rhod-2 boyası için eksitasyon/emisyon değerleri sırasıyla 557/581 nanometre (nm), Fluo-3 boyası için uygulanan eksitasyon/emisyon değerleri sırasıyla 506/526 nm olarak tespit edilmiştir. Görüntüler 10x büyütücü lens altında incelenmiştir. Pixel kalitesi ise 1926 x 1926 olarak toplamda ortalama 4 megapixel olarak belirlenmiştir. Konfokal lazer taramalı mikroskop her iki boya için de pat penetrasyon derinliklerini ölçümlemiştir. Boyaların üst üste çakışık ve/veya ayrı ayrı penetre olduğu alanların görüntüsü sunulmuştur (Şekil 2.4.1).



Şekil 2.4.1. Konfokal lazer taramalı mikroskopisinde koronal kesitte boyaların tek tek ve çakışık görüntüsü.

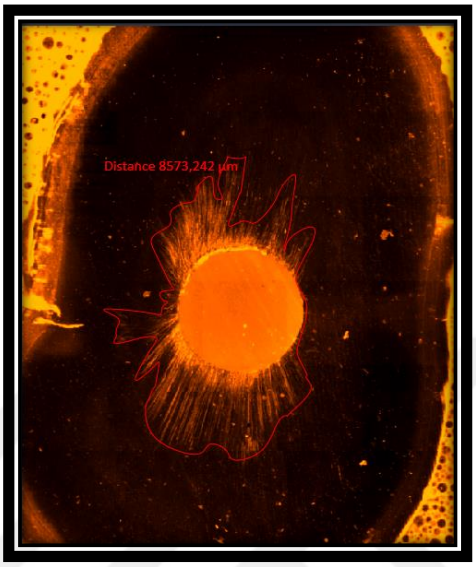
Örnekler üzerinde pat penetrasyon derinliği analizi iki yöntem kullanılarak yapılmıştır. Birinci yöntemde, tüm örnekler üzerinde ortalama pat penetrasyon derinliğinin ölçümlenebilmesi amacıyla 45'er derecelik açılarla sekiz noktada patların penetrasyon uzunlukları ölçülmüştür. Toplam değer sekize bölünerek patların ortalama penetrasyon derinlikleri hesaplanmıştır. Retreatment sonrası ortalama pat penetrasyon derinliği, retreatment uygulanan gruplarda Fluo-3 boyasına göre ölçümlenerek hesaplanmıştır. Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan grup için ise, Rhod-2 boyasına göre ölçümlenerek hesaplanmıştır (Şekil 2.4.2).



Şekil 2.4.2. Yatay diş kesitinde 8 noktada pat penetrasyon derinliklerinin ölçümü

Çalışmada kullanılan ikinci yöntemde ise, retreatment uygulanan grubun pat penetrasyon yüzdesi hesaplanmak istendiğinde, patların penetre olduğu alanın çevreleri Rhod-2 ve Fluo-3 boyaları için ayrı ayrı hesaplandıktan sonra, yeşil alanın çevresi kırmızı alanın çevresine bölünüp sonrasında 100 ile çarpılarak penetrasyon

yüzdeliğine ulaşılmıştır. Sadece birincil kanal tedavisi uygulanmış grupta pat penetrasyon yüzdesi kırmızı boyanın penetre olduğu alanın çevresi, kök kanal duvarının çevresine bölünüp sonrasında 100 ile çarpılarak hesaplanmıştır(Şekil 2.4.3). Bu ölçümlerin tamamı koronal, orta ve apikal üçlüden alınan toplam 288 kesit için uygulanmıştır.



Şekil 2.4.3. Yatay diş kesitinde pat penetrasyonunun çevresel ölçümü

$$\text{Pat Penetrasyon Derinliği Yüzdesi (Retreatment Grupları İçin)} = \frac{\text{(Ç.Y) Yeşil alanın çevresi}}{\text{(Ç.K) Kırmızı alanın çevresi}} \times 100$$

$$\text{Ortalama Pat Penetrasyon Derinliği (OPPD)} = \frac{\text{Uzunluk (Bukkal (B) + Meziobukkal (MB) + Mezial (M) + Meziolingual (ML) +Lingual (L) + Distolingual (DL) + Distal (D) + Distobukkal (DB))}}{}$$

2.5.İstatiksel Analiz

Bu çalışmanın istatistiksel analizi, Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik bölümü, Bioistatistik Anabilim Dalı'nca yapılmıştır. İstatistiksel analiz için veriler, Kolmogorov- Smirnov testine tabi tutulmuştur. Verilerin normal dağılım göstermemesi sebebiyle non-parametrik testlere göre ölçümler yapılmıştır. Non-parametrik testlerde bağımsız ikiden fazla grubu karşılaştırmak için Kruskal Wallis Testi, bağımsız iki grubu karşılaştırmak için Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Çalışmanın istatistiki testlerinde SPSS programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan üç grup için sırasıyla koronal, orta ve apikal kesitlerdeki ortalama pat penetrasyon derinliği ve pat penetrasyon yüzdesi oranları Tablo 3.1, 3.2 ve 3.3'te verilmiştir. Tablo 3.4-3.6'da ise retreatment tedavisi uygulanan her grup için sırasıyla koronal, orta ve apikal kesitlerdeki ortalama pat penetrasyon derinlikleri ve pat penetrasyon yüzdesi oranları verilmiştir. Tablo 3.7-3.9'da sadece birincil kanal tedavisi uygulanan her grubun kendi içerisinde farklı kesitlerdeki ortalama pat penetrasyon derinliği ve pat penetrasyon yüzdesi oranları, Tablo 3.10-3.18'de retreatment tedavisi uygulanan grupların kendi içerisinde farklı kesitlerdeki ortalama pat penetrasyon derinlikleri ve pat penetrasyon yüzde oranları verilmiştir.

		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	W Serisi	8	200,375[b]	120,13	378,06		
	A Serisi	8	387,301[a]	199,57	609,50	11,655	**0,003**
	M Serisi	8	472,905[a]	205,50	668,25		
PEN. YÜZ. ORANI	W Serisi	8	73,673[a]	57,39	99,83		
	A Serisi	8	91,012[a]	45,83	126,39	3,065	0,216
	M Serisi	8	96,877[a]	54,85	127,55		

Tablo 3.1. Sadece Kök Kanal Tedavisi Uygulanmış Dişlerde Kanal Patının Koronal Kesitlerdeki Penetrasyonunun Sonuçları (sırasıyla, $p<0.05$, $p>0.05$).

Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan 3 farklı grubun koronal kesitlerindeki ortalama pat penetrasyon derinliğini karşılaştırmak için yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark bulunmuştur ($p<0.05$) Buna göre, yüksek yayılım gösteren gruplar (M,A) ve düşük yayılım gösteren grup (W) arasında anlamlı farklılık gösterirken ($p<0.05$), aynı kategoride yer alan gruplar birbiri ile benzer bulunmuştur ($p>0.05$).

Ortalama Pat Penetrasyon Derinliği ⟶ $p< 0.05$

M , A grupları (yüksek penetrasyon)

W grubu (düşük penetrasyon)

Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan 3 farklı grubun koronal kesitlerindeki pat penetrasyon yüzdelerini karşılaştırmak için yapılan testler

sonucunda gruplar arasında fark bulunamamıştır (p>0.05) Buna göre tüm gruplar birbiri ile benzer penetrasyon göstermiştir (p>0.05).

		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	W Serisi	8	195,541[a]	91,25	499,63		
	A Serisi	8	293,388[a]	,00	471,50	5,660	0,059
	M Serisi	8	403,314[a]	166,00	757,14		
PEN. YÜZ. ORANI	W Serisi	8	51,235[a]	20,00	83,30		
	A Serisi	8	68,002[a]	44,47	97,44	3,965	0,138
	M Serisi	8	69,926[a]	25,85	108,60		

Tablo 3.2. Sadece Kök Kanal Tedavisi Uygulanmış Dişlerde Kanal Patının Orta Kesitlerdeki Penetrasyonunun Sonuçları (sırasıyla, p>0.05, p>0.05).

Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan 3 farklı grubun orta kesitlerindeki ortalama pat penetrasyon derinliğini karşılaştırmak için yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark bulunamamıştır (p>0.05).

Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan 3 farklı grubun orta kesitlerindeki pat penetrasyon yüzdelerini karşılaştırmak için yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark bulunamamıştır (p>0.05)

		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	W Serisi	8	105,214[a]	44,50	222,00		
	A Serisi	8	145,631[a]	29,75	250,80	3,660	0,160
	M Serisi	8	242,656[a]	50,73	684,50		
PEN. YÜZ. ORANI	W Serisi	8	48,806[a]	,00	110,06		
	A Serisi	8	49,983[a]	,00	113,39	2,822	0,244
	M Serisi	8	89,208[a]	38,37	154,93		

Tablo 3.3. Sadece Kök Kanal Tedavisi Uygulanmış Dişlerde Kanal Patının Apikal Kesitlerdeki Penetrasyonunun Sonuçları (sırasıyla p>0.05, p>0.05).

Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan 3 farklı grubun apikal kesitlerindeki ortalama pat penetrasyon derinliğini karşılaştırmak için yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark bulunamamıştır (p>0.05).

Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan 3 farklı grubun apikal kesitlerindeki pat penetrasyon yüzdelerini karşılaştırmak için yapılan testler sonucunda da gruplar arasında fark bulunamamıştır (p>0.05)

		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P değeri
ORTALAMA PENETRASYON DERİNLİĞİ	AA Serisi	8	200,375[c]	120,13	378,06		
	AM Serisi	8	387,301[b]	199,57	609,50		
	AW Serisi	8	472,905[a]	205,50	668,25		
	MA Serisi	8	398,252[b]	312,63	493,52	23,943	**0,001**
	MM Serisi	8	528,343[a]	296,25	802,50		
	MW Serisi	8	471,531[a]	90,75	786,88		
	WW Serisi	8	456,796[a]	222,13	752,13		
	WM Serisi	8	230,191[c]	136,29	360,25		
	WA Serisi	8	259,375[c]	166,75	448,50		
PENETRASYON YÜZDESİ ORANLARI	AA Serisi	8	73,673[b]	57,39	99,83		
	AM Serisi	8	91,012[a]	45,83	126,39		
	AW Serisi	8	96,877[a]	54,85	127,55		
	MA Serisi	8	65,193[b]	45,52	92,63	14,669	**0,040**
	MM Serisi	8	66,837[b]	40,81	90,81		
	MW Serisi	8	82,942[a]	32,29	133,40		
	WW Serisi	8	106,320[a]	68,83	167,97		
	WM Serisi	8	70,758[b]	51,58	87,84		
	WA Serisi	8	67,387[b]	34,50	91,52		

Tablo 3.4. Retreatment Sonrası Kök Kanal Patlarının Koronal Kesitlerdeki Penetrasyonunun Sonuçları (sırasıyla $p< 0.05$, $p< 0.05$).

Retreatment sonrası koronal kesitlerde ortalama pat penetrasyon derinliği için 9 farklı grup arasında yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark bulunmuştur ($p<0.05$). Yüksek yayılım gösteren gösteren gruplar (MM, AW, MW, WW), orta düzey yayılım gösteren gruplar (MA, AM) ve düşük yayılım gösteren gruplar (WA, WM, AA) aralarında anlamlı farklılık gösterirken ($p< 0.05$), aynı kategoride yer alan grupların ortalama pat penetrasyon derinliği birbiri ile benzer bulunmuştur ($p>0.05$).

Ortalama Pat Penetrasyon Derinliği Oranı ⟶ $p< 0.05$

MM, AW, MW, WW, MA (yüksek yayılım)

MA, AM (orta düzey yayılım)

WA, WM, AA (düşük yayılım)

Retreatment sonrası koronal kesitlerde pat penetrasyon yüzdesi için 9 farklı grup arasında yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark bulunmuştur ($p<0.05$). Yüksek yayılım gösteren gruplar (WW, AW, AM, MW) ve düşük yayılım gösteren

gruplar (AA, WM, WA, MM, MA) aralarında anlamlı fark gösterirken (p<0.05), aynı kategoride yer alan gruplar birbiri ile benzer bulunmuştur (p>0.05).

Pat Penetrasyon Yüzdesi ⟶ p<0.05 (anlamlı fark)

WW, AW, AM, MW (yüksek yayılım)

AA, WM, WA , MM, MA (düşük yayılım)

		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P değeri
ORTALAMA PENETRASYON DERİNLİĞİ	AA Serisi	8	195,541[c]	91,25	499,63		
	AM Serisi	8	293,388[b]	,00	471,50		
	AW Serisi	8	403,314[a]	166,00	757,14		
	MA Serisi	8	470,546[a]	182,63	1297,63		
	MM Serisi	8	409,304[a]	251,00	583,58	26,738	**0,000**
	MW Serisi	8	500,772[a]	373,75	852,50		
	WW Serisi	8	232,468[b]	106,38	445,75		
	WM Serisi	8	197,656[c]	127,50	256,13		
	WA Serisi	8	249,986[b]	159,25	439,71		
PENETRASYON YÜZDESİ ORANLARI	AA Serisi	8	51,235[a]	20,00	83,30		
	AM Serisi	8	68,002[a]	44,47	97,44		
	AW Serisi	8	69,926[a]	25,85	108,60		
	MA Serisi	8	60,573[a]	22,00	89,94		
	MM Serisi	8	67,197[a]	48,02	100,51	5,732	0,571
	MW Serisi	8	76,161[a]	42,35	133,38		
	WW Serisi	8	59,406[a]	40,47	107,44		
	WM Serisi	8	52,420[a]	46,78	93,20		
	WA Serisi	8	57,673[a]	43,62	88,37		

Tablo 3.5. Retreatment Sonrası Kök Kanal Patlarının Orta Kesitlerdeki Penetrasyonunun Sonuçları (sırasıyla p< 0.05, p> 0.05).

Retreatment sonrası orta kesitlerde ortalama pat penetrasyon derinliği için 9 farklı grup arasında yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark bulunmuştur. Yüksek yayılım gösteren gruplar (MW, MA, MM, AW) , orta düzey yayılım gösteren gruplar (WA, WW, AM) ve düşük yayılım gösteren gruplar (WM , AA) aralarında anlamlı fark gösterirken (p<0.05), aynı kategoride yer alan gruplar birbiri ile benzer bulunmuştur (p>0.05).

Ortalama Pat Penetrasyon Derinliği Oranı ⟶ p<0.05 (anlamlı fark)

MW,MA, MM, AW (yüksek yayılım)

WA,WW,AM (orta düzey yayılım)

WM, AA (düşük yayılım)

Retreatment sonrası orta kesitlerde pat penetrasyon yüzdesi için 9 farklı grup arasında yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark bulunamamıştır (p>0.05). Gruplar birbiri ile benzer sonuçlar göstermiştir (p>0.05)

Pat Penetrasyon Yüzdesi ⟶ p> 0.05

		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P değeri
ORTALAMA PENETRASYON DERİNLİĞİ	AA Serisi	8	105,214[a]	44,50	222,00		
	AM Serisi	8	145,631[a]	29,75	250,80		
	AW Serisi	8	242,656[a]	50,73	684,50		
	MA Serisi	8	166,286[a]	50,75	325,88	6,962	0,433
	MM Serisi	8	111,750[a]	50,50	251,50		
	MW Serisi	8	179,496[a]	50,50	361,38		
	WW Serisi	8	120,096[a]	50,50	372,25		
	WM Serisi	8	98,878[a]	50,75	247,13		
	WA Serisi	8	110,020[a]	50,50	248,75		
PENETRASYON YÜZDESİ ORANLARI	AA Serisi	8	48,806[a]	,00	110,06		
	AM Serisi	8	49,983[a]	,00	113,39		
	AW Serisi	8	89,208[a]	38,37	154,93		
	MA Serisi	8	75,556[a]	34,39	93,08		
	MM Serisi	8	40,367[a]	,00	84,52	6,868	0,443
	MW Serisi	8	59,062[a]	,00	110,30		
	WW Serisi	8	48,769[a]	,00	109,26		
	WM Serisi	8	52,658[a]	32,78	83,74		
	WA Serisi	8	54,230[a]	,00	77,55		

Tablo 3.6. Retreatment Sonrası Kök Kanal Patlarının Apikal Kesitlerdeki Penetrasyonunun Sonuçları (sırasıyla, p> 0.05, p> 0.05) .

Retreatment sonrası apikal kesitlerde ortalama pat penetrasyon derinliği için 9 farklı grup arasında yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark bulunamamıştır (p>0.05).

Retreatment sonrası apikal kesitlerde pat penetrasyon yüzdesi için 9 farklı grup arasında yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark bulunamamıştır (p>0.05).

W Grubu		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	200,375[a]	120,13	378,06		
	Orta	8	195,541[a]	91,25	499,63	5,915	0,052
	Apikal	8	105,214[a]	44,50	222,00		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	73,673[a]	57,39	99,83		
	Orta	8	51,235[a]	20,00	83,30	3,892	0,143
	Apikal	8	48,806[a]	,00	110,06		

Tablo 3.7. W grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

W grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamıştır. Buna göre W grubunda kesitlere göre ortalama penetrasyon derinliği sonuçları her 3 kesit için de benzerdir (p>0.05).

W grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0.05).

A Grubu		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	387,301[a]	199,57	609,50		
	Orta	8	293,388[b]	,00	471,50	9,255	**0,010**
	Apikal	8	145,631[c]	29,75	250,80		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	75,012[a]	45,83	126,39		
	Orta	8	68,002[a]	44,47	97,44	4,062	0,131
	Apikal	8	49,983[a]	,00	113,39		

Tablo 3.8. A grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

A grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.05).

Yüksek penetrasyon koronal kesitlerde izlenirken, orta düzey penetrasyon orta kesitlerde ve düşük penetrasyon apikal kesitlerde izlenmiştir ($p<0.05$).

A grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamış, W grubunda kesitlere göre pat penetrasyon yüzdesi sonuçları her 3 kesit için de benzer bulunmuştur ($p>0.05$).

M Grubu		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	472,905[a]	205,50	668,25		
	Orta	8	403,314[a]	166,00	757,14	4,940	0,085
	Apikal	8	242,656[a]	50,73	684,50		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	96,877[a]	54,85	127,55		
	Orta	8	69,926[a]	25,85	108,60	3,515	0,172
	Apikal	8	89,208[a]	38,37	154,93		

Tablo 3.9. M grubunda koronal, orta ve apikal üçlüdeki penetrasyonların karşılaştırılması

M grubunda kesitlere göre ortalama penetrasyon derinliği sonuçları her 3 kesit için de benzer bulunmuştur ($p>0.05$).

M grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda da anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

AA serisi		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	200,375[a]	120,13	378,06		
	Orta	8	195,541[a]	91,25	499,63	5,915	0,052
	Apikal	8	105,214[a]	44,50	222,00		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	73,673[a]	57,39	99,83		
	Orta	8	51,235[a]	20,00	83,30	3,892	0,143
	Apikal	8	48,806[a]	,00	110,06		

Tablo 3.10. AA Grubunda Koronal, Orta ve Apikal Üçlüde Penetrasyonun Karşılaştırılması

AA grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda ortalama penetrasyon derinliği sonuçları her

3 kesit için de benzer bulunmuştur (p>0.05).

AA grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0.05).

AM serisi		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	387,301[a]	199,57	609,50		
	Orta	8	293,388[a]	,00	471,50	9,255	**0,010**
	Apikal	8	145,631[b]	29,75	250,80		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	91,012[a]	45,83	126,39		
	Orta	8	68,002[a]	44,47	97,44	4,062	0,131
	Apikal	8	49,983[a]	,00	113,39		

Tablo 3.11. AM Grubunda Koronal, Orta ve Apikal Üçlüde Penetrasyonun Karşılaştırılması

AM grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.05). Buna göre, yüksek penetrasyon koronal ve orta kesitlerde izlenirken, düşük penetrasyon apikal kesitlerde izlenmiştir (p<0.05). Aynı kategorideki gruplar arasında ise benzer sonuçlar bulunmuştur (p>0.05).

AM grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0.05).

AW Grubu		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	472,905[a]	205,50	668,25		
	Orta	8	403,314[a]	166,00	757,14	4,940	0,085
	Apikal	8	242,656[a]	50,73	684,50		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	96,877[a]	54,85	127,55		
	Orta	8	69,926[a]	25,85	108,60	3,515	0,172
	Apikal	8	89,208[a]	38,37	154,93		

Tablo 3.12. AW grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

AW grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını

göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamıştır. Buna göre AW grubunda kesitlere göre ortalama penetrasyon derinliği sonuçları her 3 kesit için de benzer bulunmuştur (p>0.05).

AW grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda AW grubunda kesitlere göre pat penetrasyon yüzdesi sonuçları her 3 kesit için de benzer bulunmuştur (p>0.05).

MA Grubu		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	398,252[a]	312,63	493,52		
	Orta	8	470,546[a]	182,63	1297,63	12,772	**0,002**
	Apikal	8	166,288[b]	50,75	325,88		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	65,193[a]	45,52	92,63		
	Orta	8	60,573[a]	22,00	89,94	2,615	0,270
	Apikal	8	45,556[a]	34,39	93,08		

Tablo 3.13. MA grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

MA grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.05). Buna göre, yüksek penetrasyon koronal ve orta kesitlerde izlenirken, düşük penetrasyon apikal kesitlerde izlenmiştir (p<0.05). Aynı kategorideki gruplar arasında ise benzer sonuçlar bulunmuştur (p>0.05).

MA grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0.05).

MM grubu		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	528,343[a]	296,25	802,50		
	Orta	8	409,304[a]	251,00	583,58	16,092	**0,000**
	Apikal	8	111,750[b]	50,50	251,50		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	66,837[a]	40,81	90,81		
	Orta	8	67,197[a]	48,02	100,51	1,988	0,370
	Apikal	8	40,367[a]	,00	84,52		

Tablo 3.14. MM grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

MM grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını

göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Buna göre, yüksek penetrasyon koronal ve orta kesitlerde izlenirken, düşük penetrasyon apikal kesitlerde izlenmiştir ($p<0.05$). Aynı kategorideki gruplar arasında ise benzer sonuçlar bulunmuştur ($p>0.05$).

MM grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

MW Grubu		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	471,531[a]	90,75	786,88		
	Orta	8	500,772[a]	373,75	852,50	11,945	**0,003**
	Apikal	8	179,496[b]	50,50	361,38		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	82,945[a]	32,29	133,40		
	Orta	8	76,161[a]	42,35	133,38	1,186	0,553
	Apikal	8	59,062[a]	,00	110,30		

Tablo 3.15. MW grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

MW grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Buna göre, yüksek penetrasyon koronal ve orta kesitlerde izlenirken, düşük penetrasyon apikal kesitlerde izlenmiştir ($p<0.05$). Aynı kategorideki gruplar arasında ise benzer sonuçlar bulunmuştur ($p>0.05$).

MW grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamıştır. Buna göre MW grubunda kesitlere göre pat penetrasyon yüzdesi sonuçları her 3 kesit için de benzerdir ($p>0.05$).

WW Grubu		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	456,796[a]	222,13	752,13		
	Orta	8	232,468[b]	106,38	445,75	11,115	**0,004**
	Apikal	8	152,096[b]	50,50	372,25		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	106,320[a]	68,83	167,97		
	Orta	8	69,406[b]	40,47	107,44	6,023	**0,049**
	Apikal	8	64,769[b]	,00	109,26		

Tablo 3.16. WW grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

WW grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Buna göre, yüksek penetrasyon koronal kesitlerde izlenirken, düşük penetrasyon orta ve apikal kesitlerde izlenmiştir ($p<0.05$). Aynı kategorideki gruplar arasında ise benzer sonuçlar bulunmuştur ($p>0.05$).

WW grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Buna göre, yüksek penetrasyon koronal kesitlerde izlenirken, düşük penetrasyon orta ve apikal kesitlerde izlenmiştir ($p<0.05$). Aynı kategorideki gruplar arasında ise benzer sonuçlar bulunmuştur ($p>0.05$).

WM Grubu		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	230,191[a]	136,29	360,25		
	Orta	8	197,656[a]	127,50	256,13	10,460	**0,005**
	Apikal	8	98,878[b]	50,75	247,13		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	70,758[a]	51,58	87,84		
	Orta	8	62,420[a]	46,78	93,20	2,342	0,310
	Apikal	8	62,658[a]	32,78	83,74		

Tablo 3.17. WM grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

WM grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Buna göre, yüksek penetrasyon koronal ve orta kesitlerde izlenirken, düşük penetrasyon apikal kesitlerde izlenmiştir ($p<0.05$). Aynı kategorideki gruplar arasında ise benzer sonuçlar bulunmuştur ($p>0.05$).

WM grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0.05).

WA Grubu		N	Ortalama	Min	Max	Ki-Kare Değeri	P Değeri
ORT. PEN. DERİNLİĞİ	Koronal	8	259,375[a]	166,75	448,50		
	Orta	8	249,986[a]	159,25	439,71	10,940	**0,004**
	Apikal	8	110,020[b]	50,50	248,75		
PEN. YÜZ. ORANI	Koronal	8	67,387[a]	34,50	91,52		
	Orta	8	57,673[a]	43,62	88,37	5,655	0,059
	Apikal	8	34,230[a]	,00	77,55		

Tablo 3.18. WA grubunda koronal, orta ve apikal üçlüde penetrasyonun karşılaştırılması

WA grubunda ortalama pat penetrasyon derinliğinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.05). Buna göre, yüksek penetrasyon koronal ve orta kesitlerde izlenirken, düşük penetrasyon apikal kesitlerde izlenmiştir (p<0.05). Aynı kategorideki gruplar arasında ise benzer sonuçlar bulunmuştur (p>0.05).

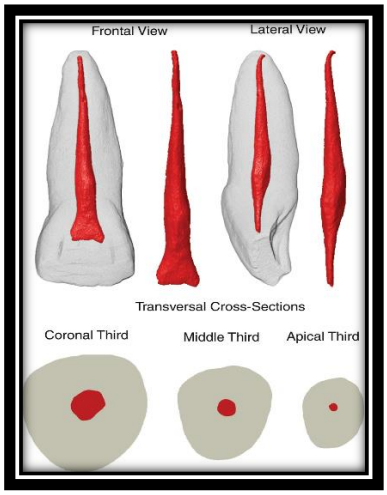
WA grubunda pat penetrasyon yüzdelerinin kesitlere göre farklılığını göstermek için yapılan testler sonucunda anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0.05).

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada 96 adet tek köklü ve tek kanallı, düz, çürüksüz mandibular premolar diş kullanıldı. Maksiller premolar dişlerin iki köklü veya tek köklü olsalar dahi genellikle iki kanal içerdiğini bildiren çalışmalar mevcuttur (Kartal ve ark 1998, Sardar ve ark 2007). Mandibular birinci premolar ve ikinci premolarların kök-kanal anatomisinin değerlendirildiği bir derlemede, mandibular birinci premolarların % 95'inin tek köklü ve bunların da %75'inin tek kanallı olduğu, mandibular ikinci premolarların ise ; %99.6 tek köklü ve bunların da % 98'inin tek kanallı olduğu bildirilmiştir (Cleghorn ve ark 2007, 2007). Seçilen dişler arasında, kök–kron ayrımı yapıldıktan sonra mine-sement sınırındaki yatay kesitte oval kanala sahip olanlar çalışma dışı bırakıldı.

Zmener ve arkadaşlarının, oval kanallarda çeşitli el ve döner alet eğeleriyle, kanal içi temizlik ve şekillendirme etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmasında, kombine veya tek, hiçbir yöntemin veya enstrümanın kanal temizliğini tamamen sağlayamadığı bildirilmiştir (Zmener ve ark 2005).

Sittichoke ve arkadaşlarının bir çalışmasında ise, mandibular premolar dişlerin mine-sement seviyesindeki yatay kesitinde kanal ağzının bukkolingual/ meziodistal oranının maksimum 1.5 olduğu dişlerin kanalları yuvarlak olarak kabul edilmiştir (Jou ve ark 2004). Bu sebeple bu çalışmada , kanalların yuvarlak olup olmadığını belirlemek amacıyla Sittichoke ve arkadaşlarının yönteminden faydalanılmıştır. Bununla birlikte, mandibular kesici dişlerin aynı kökte yatay kesitlerde kanal şekillerinin incelendiği bir çalışmada, dişlerin %75 inin farklı seviyelerde farklı kanal şekilleri gösterdiği bildirilmiştir (Mauger ve ark 1998). Aynı çalışmada, apekse yakın kanalların daha oval ya da yuvarlak, koronale yakın kanal ağızlarının daha uzun-oval ya da kurdele şekli gösterdiği bildirilmiştir (Mauger ve ark 1998) .



Şekil 4.1. Apikal, orta ve koronal üçlüde farklı şekiller gösteren diş kesiti örneği.

Dişin koronal kısmından pulpaya ulaşmış çürükler pulpa ve kök kanal sistemini enfekte edebilir. Kök kanal sistemindeki mikroorganizmalar ve onların yan ürünleri, gösterdikleri yoğunluklara bağlı olarak kök kanal patlarının dentin tübülleri içerisine penetrasyonunu olumsuz etkileyebilir. Gösterdiği yoğunluklara bağlı olarak, dentin tübüllerinde 300 mikrometreye kadar bakteri penetrasyonu bildirilmiştir (Ando ve Hoshino 1990). Bu sebeple, bu çalışmada kullanılacak dişler ortodontik ya da periodontal sebeplerle çekilmiş ve çürüksüz dişlerden seçilmiştir.

Toplam 12 gruptaki her örneklem sayısı 8 olarak belirlenmiştir. Örneklem sayısı, Selçuk Üniversitesi Fen/Edebiyat Fakültesi Biyoistatistik bölümü öğretim üyesince power analizi programı kullanılarak belirlenmiştir.

Açık uçlu iğneler ile irrigasyonun yeterli ve güvenli bir şekilde yapılacağı aralık apeksten 3 mm kadar kısa olacak şekilde bildirilmiştir (Haapasalo ve ark 2010). Dikkatli uygulandığında iğne irrigasyonunun şekillendirme sürecinde yeterli ve etkili olacağını bildiren çalışmalar mevcuttur (Kahn ve ark 1995, Van der Sluis ve ark 2006). Bu çalışmada tek kon tekniği ile dolum sağlanacağı için kanallar Protaper Universal sistem ile sırasıyla, S1,S2,F1,F2 ve F3'e kadar genişletildi. Bu sistemin zamandan tassarruf sağlayan ve şekillendirme sürecinde standardizasyonu artıran bir sistem olduğu bildirilmiştir (Aqrabawi 2000).

Protaper Universal eğeleme sistemini tek kon dolum tekniğinde kullanmamızı sağlayan sebeplerden bir diğeri ise sistem ile birebir uyumlu açılı guta-perkalarının bulunmasıdır. Protaper Universal eğeleme sistemi içerisinde kanala ilk girişte kullanılan SX eğesinin, çalışma boyunda kullanılmaması ve farklı derinliklerde yönlendirilmesinin kök kanal dolumu sürecinde lateral kondensasyonu gerektirecek

boşluklara sebep olabileceği düşünülerek bu tez çalışması pratiğine dahil edilmemiştir.

Çalışma boyunca temizleme ve şekillendirme sürecinde, her eğeleme arasında kanallar 2mL %2.5 luk NaOCl ile irrige edilmiştir. Sodyum hipokloritin ana solüsyon olarak seçilmesinin sebebi, nekrotik ve organik dokuları çözmede ve uzaklaştırmadaki etkinliğinin çeşitli çalışmalarca bildirilmesidir (Cobankara ve ark 2010, Stojicic ve ark 2010) . NaOCl'in artan konsantrasyonlarının , solüsyon etkinliğini artırdığı bildirilmiştir (Ma ve ark 2011) . Bununla birlikte, %5.25 gibi yüksek konsantrasyonların, periapikal dokulara taşması durumunda ciddi irritasyonlara sebep olduğu ve dişlerin elastik modülüsünü ve esneme dayanıklılığını anlamlı derecede düşürdüğü bildirilmiştir (Sim ve ark 2001). NaOCl'nin %2.5 luk konsantrasyonda kullanıldığında, kemomekanik endodontik preparasyon sonrası kök kanalında bakteriyel çeşitliliği anlamlı derecede azalttığını bildiren çalışmalar mevcuttur (Kuruvilla ve Kamath 1998, Rôças ve Siqueira Jr 2010). Bu çalışmada organik doku çözme etkinliği ve toksisite göz önünde bulundurularak NaOCl'in %2.5'luk konsantrasyonda kullanılmasına karar verilmiştir.

Kök kanal enstrümantasyonu boyunca, kök kanal duvarlarında smear tabakası oluşur. Bu tabakanın dentini kaplaması ve dentin tübüllerinin ağzını tıkaması sebebiyle penetrasyon derinliği üzerinde olumsuz etki oluşturduğu düşünülmüştür (Violich ve Chandler 2010). Bazı kök kanal patı sistemleri smear tabakasını modifiye ederek mikromekanik bağlantıya dahil etmeye çalışmışlardır (Shokouhinejad ve ark 2010) (Kokkas ve ark 2004). Bazıları ise, smear tabakanın sırasıyla, EDTA, NaOCl (sodyum hipoklorit), serum, CHX (klorheksidin) 'in kullanıldığı dörtlü irrigasyon sistemi ile uzaklaştırıldıktan sonra mikromekanik bağlantının sağlanmasını esas almışlardır (Tay ve ark 2005, Moon ve ark 2010).

Final irrigasyon prosedürü olarak henüz net ve kesin bir görüş birliği oluşamamıştır. Bununla birlikte antimikrobiyel etkinliğin sağlandığı ve smear tabakasının en etkin şekilde uzaklaştırılmasının sağlandığı irrigasyon protokolü Gulabivala ve arkadaşları tarafından ekteki gibi önerilmiştir: kanal şekillendirme işlemi sonunda final irrigasyon sırasıyla 2 mL %2.5 NaOCl, 2mL steril salinle, 5mL %17'lik EDTA solüsyonu, 1mL steril salin, 2mL %2.5'luk NaOCl, 1mL steril salin ve 2 mL %2lik CHX (Gulabivala ve ark 2010). EDTA solüsyonu, NaOCl

solüsyonunun smear tabakasından elimine edemediği inorganik dokuları çözmek ve uzaklaştırmak için kullanılmıştır. Smear tabakalarının iç kısmında yer alan organik dokuların çözünmesi için NaOCl'in tekrar kullanımı önerilmiştir. Bununla birlikte, EDTA ile irrigasyon sonrası direk NaOCl uygulanması durumunda, NaOCl'nin organik doku çözmedeki etkinliğinin azalacağı bildirilmiştir (Haapasalo ve ark 2010). Bu sebeple EDTA ile NaOCl irrigasyonları arasında steril salin çözeltisi kullanılmıştır. CHX ise, uzun süren antimikrobiyel etkinliği sebebiyle son yıkama solüsyonu olarak önerilmektedir (Lee ve ark 1990). Aynı zamanda, rezin içerikli materyallerin diş dokusuna bağlantısını artırdığı bildirilmiştir (Santos ve ark 2009). Bu çalışmada AH Plus, MTA Fillapex ve WellRoot ST patının rezin içermeleri sebebiyle son yıkamada CHX kullanılmıştır. Bununla birlikte, NaOCl irrigasyonu sonrası direk CHX uygulanması durumunda kahverengi renkte ''para kloro anilin'' (PCA) adı verilen karsinojen bir çökelti meydana geldiği bildirilmiştir (Thomas ve Sem 2010) . PCA oluşumunu engellemek için NaOCl ile CHX arasında steril salin ile irrigasyon yapılmıştır.

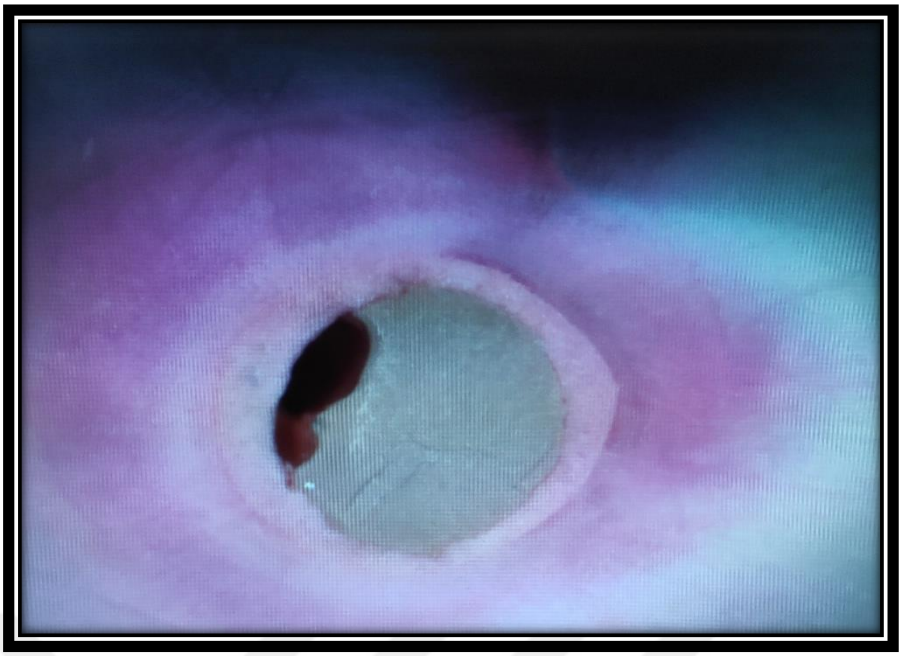
Kök kanal dolumu sürecinde tüm gruplarda patlar ilk seferde kanal içerisine lentülo kullanılarak gönderilmiştir. Birtakım çalışmalar, tek kon dolum tekniği ile kök kanal dolumu yapılırken lentülo kullanmışlar ve lentüloyu, patın tüm kanal duvarlarına yayılımını sağlamak amacıyla kullandıklarını bildirmişlerdir (Akcay ve ark 2016, El Hachem ve ark 2019, Kim ve ark 2019). Bu çalışmada, lentülo kullanım hızı, endomotor ayarı ile, kullanım süresi ise zamanlayıcı ile her diş örneği için eşit tutulmuştur.

Bu çalışmada kök kanal dolumunda, AH Plus patının tercih edilmesinin sebebi bu patın, diğer patların fizikokimyasal özelliklerinin değerlendirildiği neredeyse tüm çalışmalarda kontrol grubu olarak kabul edilmesi ve endodontide üstün fizikokimyasal özellikleri sebebiyle ''altın standart'' olarak nitelendirilmesidir (Gharib ve ark 2007). MTA Fillapex patı ise MTA içerikli bioseramik esaslı patlar arasında dentin tübül penetrasyonu çalışmalarında sıkça kullanılmış ve diğer geleneksel patlarla fizikokimyasal özellikleri sıkça karşılaştırılmıştır. MTA Fillapex patının akıcılık özelliği birçok çalışmada AH Plus patından üstün bulunmuştur (Silva, Rosa et al. 2013, Zhou, Shen et al. 2013 ,Vitti, Prati et al. 2013). Bununla birlikte, MTA Fillapex patının kanaldan sökümü gerektiğinde pat artıklarının

kanalda kaldığı ve söküm işleminin zaman gerektirdiği bildirilmiştir (Hess ve ark 2011). Aynı çalışmada, AH Plus patının da kanaldan tamamen sökümünün zor olduğu bildirilmiştir. WellRoot ST patı ise, bioseramik esaslı patların MTA içerikli olmayan grubundadır. Bu grupta Endosequence BC patı, güncel çalışmalarda diğer patlarla penetrasyon derinliklerinin incelenmesinde sıkça karşılaştırılmıştır (El Hachem ve ark 2019, Eymirli ve ark 2019). Endosequence BC patının ülkemize ithalatında yaşanan problem bizi aynı grup içerisinde yer alan ancak pat penetrasyon alanında yeterli sayıda çalışmanın yapılmadığı WellRoot ST patına yönlendirmiştir.

Kök kanal dolum teknikleri , pat penetrasyon derinliği miktarında önemli rol oynar. Birkaç çalışma, devamlı dalga tekniği gibi sıcak kompaksiyon dolum tekniklerinin, lateral kompaksiyon ve tek kon gibi soğuk kompaksiyon tekniklerine oranla daha iyi penetrasyon gösterdiğini bildirmiştir (Kim ve ark 2019). Devamlı dalga tekniği uygulandığında kalsiyum silikat esaslı patlarda bağlantı dayanımının tek kon dolum tekniği uygulandığı durumlara göre düştüğünü bildiren bir çalışma mevcuttur (DeLong ve ark 2015). Bununla birlikte, tek kon dolum tekniği ile sıcak vertikal kompaksiyonun karşılaştırıldığı bir çalışmada ise, penetrasyon derinlikleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir (Iglecias ve ark 2017, Jeong ve ark 2017). Üretici firmalar, kalsiyum silikat esaslı patların tek kon dolum tekniği ile kullanılmasını önermiştir (S.T. Well-Root 2015). Çalışmamızda, Iglecias ve arkadaşlarının çalışma sonuçlarına dayanarak ve üretici firmaların önerileri göz önüne alınarak kök kanal dolumunda tek kon tekniği tercih edilmiştir.

Dentin tübül penetrasyon derinliğinin ölçüldüğü tüm çalışmalarda, bir çalışma hariç, patları konfokal lazer taramalı mikroskop altında görünür kılmak amacıyla Rhodamin- B boyası kullanılmıştır. Bu boyanın toz halini pat içerisinde çözünür kılmak için ise su veya DMSO çözeltisi ile % 0.1 oranında karıştırmışlardır. Bu doktora tez çalışmasının pratik bölümü için yapılan pilot çalışmada, boyanın penetre olduğu alanın, patın penetre olduğu alanın ötesinde olduğu farkedilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Rhodamin B boyasının penetrasyon gösterdiği pembe alan.

Ji Wook Jeong ve arkadaşlarının çalışmasında (2017) ise, Rhodamin-B boyasının yayılımının sonuçlarından kaynaklı, bu boyanın tercih edilmediğini bildirilmiştir. Aynı çalışmada, Rhodamin-B nin neme ve suya yüksek affinite gösteren bir boya olduğu, bu durumun sonucunda, boyanın pattan ayrılarak dentin sıvısı içeren tübüllere ekstra yayılım gösterdiği bildirilmiştir. Boyanın ekstra yayılım alanlarının ise, konfokal lazer taramalı mikroskopisinde hatalı pozitif penetrasyon derinlik değerlerine sebep olduğu bildirilmiştir (Jeong ve ark 2017) . Çalışmamızda Rhod-2 (kırmızı) ve Fluo-3 (yeşil) boyaları kullanılmıştır. Bu boyaların akış sitometrisinde veya konfokal lazer taramalı mikroskop altında, hücre içi kalsiyumu işaretlemek amacıyla kullanıldığı ancak diş yapısındaki kalsiyum iyonlarını araştırmak için kullanılmadığı ayrıca, pat içerisindeki kalsiyum oranına göre floresans mikroskopisi altında 100 kata kadar yoğun görüntü verdiği bildirilmiştir (de Miranda Candeiro ve ark 2012). Kullanılan tüm patların içeriğinde kalsiyum bulunması sebebiyle mevcut çalışmada, Fluo-3 ve Rhod-2 boyalarının kullanımına karar verilmiştir. Toz boyaların likit içerisinde çözdürülmesinde, suyun tercih edilmemesinin sebebi, epoksi rezin içerikli patların sertleşme sürecini ve akış özelliklerini olumsuz etkilediğinin bildirilmesidir (Alaçam 2012). DMSO, kimyasal reaksiyonlarda çözücü tuz olarak ya da FTIC (Floresan IzoTiyosinat), Fluo-3, Rhod-B, Rhod-2 gibi floresans boyaların kendi içerisinde çözdürülmesinde kullanılan organik bir bileşiktir. Uçucu özellik gösterir. Pata ilave edilen likitte çözdürülmüş

boyanın, bir miktar beklenildiğinde DMSO'nun uçucu özelliğinden ötürü, boyanın likit kısmı buharlaşır, ancak boya pat içerisine nüfuz etmiş olur. Likitin uçuculuğunun bir avantajı ise bu şekilde kullanılan pat-boya karışımı ile patın viskozitesinin değişiminin engellenmiş olmasıdır.

Kök kanal dolgusu sökümünde, çözücülerin kullanımının çalışma süresini kısalttığı ancak kök kanal sisteminin temizliğini artırmadığı iki çalışma tarafından bildirilmiştir (Ma ve ark 2012, Sağlam ve ark 2014). Wilcox ve Juhlin'e göre, çözücüler kullanıldığında kor materyalinin kanal içerisinde kalan parçaları kök duvarını ince bir tabaka halinde kaplar (Wilcox ve Juhlin 1994). Bu ince tabakanın uzaklaştırılmasının zor olduğu ve kanal içi medikamentlerin etkinliğini sınırlandırdığı,ve dahası, sonraki süreçte kullanılan kanal dolum materyallerin dentin tübüllerine penetrasyonunu ve adaptasyonunu olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir (Schirrmeister ve ark 2006). Bu sebeple, çalışmamızda birincil kanal tedavisi sonrası guta-perkaların kanaldan uzaklaştırılmasında kloroform, ksilen ya da ökaliptol gibi herhangi bir çözücü kullanılmamıştır. Guta-perkaların sökümünde koronal açılanım oranı (taper), Protaper F3 (30.09)'ün koronal açılanımından büyük olmayan retreatment döner alet eğeleri kullanılmıştır. Bu yöntemdeki amaç bir sonraki dolumda Protaper F4'te, açılı guta-perka-kanal içi şekillendirme oranını tek kon tekniğinde bozmamaktır. Kanal içi şekillendirmenin F3'ten sadece F4'e genişletilmesinin sebebi, kök kanalı genişliğinin bir önceki kanal dolumunun da penetrasyon derinliğinin takibine izin verecek seviyede bırakılmak istenmesidir ki böylelikle verilerin karşılaştırmalı olarak incelenmesi mümkün olmuştur. Bununla birlikte, birincil kanal tedavisinin penetrasyon derinliğinin incelenmesinde eğelemede F3'ten F4 'e geçiş verilerde bir miktar kayba sebep olması ihtimali göz önüne alınarak birincil kanal tedavisindeki ortalama penetrasyon derinliklerinin herhangi bir kayıp yaşanmadan kayıt edilmesi amacı ile sadece kanal tedavisi uygulanmış üç adet grup çalışmaya dahil edilmiştir.

Orstavik ve Haaspalo'nun bir çalışmasında, kanal içi medikament olarak kalsiyum hidroksit kullanıldığında, yüzeydeki bakterilerin elimine edildiği ancak, dentin tübüllerinin derin kısımlarında etkili olamadığı bildirilmiştir (Ørstavik ve Haapasalo 1990). Bu durumun, kalsiyum hidroksitin düşük çözünürlük göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Fuss ve ark 1989). Kalsiyum hidroksite alternatif olarak klorheksidinin kullanımı solüsyon ve kanal içi

medikament olarak önerilmiştir (Lindskog ve ark 1998). Bu sebeple , bu çalışmada birincil kanal tedavisinin sökümü ve şekillendirme sürecinden sonra, kanallar içerisinde kanal içi medikament olarak klorheksidin bekletilmiştir.

Dentin penetrasyonunun incelendiği bir çalışmada örneklerin apikalden 4, 8 ve 12 mm'deki uzaklıkların sırasıyla apikal, orta ve koronal üçlüyü temsil ettiği bildirilmiştir (Kuçi ve ark 2014). Çalışmamızda kullanılan köklerin çalışma boyu 15 mm olarak belirlenmiştir. Her 5 mmlik kesitin bir üçlüyü temsil ettiği düşünüldüğünde bu üçlülerin tam orta bölgelerinin denk geldiği alanlar apikalden 3, 8 ve 12 mm uzaklığa denk gelmektedir. Bu sebeple , bu çalışmada akrilik rezin içerisine gömülmüş dişlerden apikalden 3, 8 ve 12 mm uzaklıkta ikişer milimetrelik kesitler alınmıştır. Konfokal lazer taramalı mikroskopisinde kesitlerdeki penetrasyon derinliklerinin net incelenebilmesi için kesitlerin maksimum 3 mm kalınlıkta hazırlanması gerekmektedir. Bu sebeple de kesit kalınlığı 2 mm olarak belirlenmiştir.

Örnekler Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Araştırma ve Uygulamalar Merkezinde konfokal lazer taramalı mikroskop (CLSM) altında incelenmiştir. Konfokal lazer taramalı mikroskopi özellikle son beş yılı içeren çalışmaların çoğunluğunda dentin penetrasyon derinliğinin incelenmesinde kullanılmıştır. CLSM'in, SEM yöntemine göre daha net, kesin ve ölçümlenebilir bilgi sunduğu bildirilmiştir. CLSM'de elde edilen görüntü üzerinde kendi sistemi yardımıyla alan, çevre ya da en uzak nokta gibi verilerin mikrometre değerlerinde ölçülebildiği bildirilmiştir (Sungur ve ark 2016). CLSM'in SEM yöntemine diğer bir üstünlüğü ise, penetrasyon derinliğinin daha net incelenebilmesi amacıyla arka planın renginin karartılması ve oluşturulan kontrast ile daha net ölçümlerin yapılabilir olmasıdır (Jardine ve ark 2016).

Çoklu parametrelerin incelenmesinde birden fazla boyanın aynı çalışmada ve görüntülemede incelenebilmesine olanak sağladığı bildirilmiştir. Aynı zamanda farklı boyaların ayrı ayrı veya istenirse üst üste çakışık şekilde gözlenmesini sağladığı bildirilmiştir (Kok ve ark 2014) .

Bu çalışmada birincil kanal tedavisi ve retreatment sonrası patların penetrasyon derinliklerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. SEM, Micro-CT, Stereomikroskopi gibi hiçbir yöntem iki tedavide kullanılan patların birbirinden ayırt

edilmesinde yeterli ve özgün değildir. Konfokal lazer taramalı mikroskopi öncesindeki florasan boyalar ile işaretleme işlemi, patları karşılaştırmayı farklı renklerle mümkün kılmaktadır. Bu boyalar CLSM altında farklı dalga boyları ile görüntülendiği için, iki boyanın aynı anda çakışık veya ayrı ayrı tek görüntüleri üzerinde analizi mümkün olmuştur.

Birtakım çalışmalarda, ortalama pat penetrasyon derinliği ölçümlenmek istenildiğinde bukkal, lingual, mezial ve distal olmak üzere 4 noktada patın penetre olduğu en uzun derinlik mikrometre cinsince ölçüldükten sonra verilerin toplamı dörde bölünmüştür (Jeong ve ark 2017, Türker ve ark 2018, El Hachem ve ark 2019). Bu çalışmada ise, sekiz nokta tercih edilmiştir. Analiz edilecek alanda daha sık aralıklarla veri toplamanın ortalama penetrasyon derinliği ölçümünde daha hassas ve doğru sonuç vereceği düşünülmüştür. Bununla birlikte ortalama pat penetrasyon derinliğinin ölçümünde on farklı noktadan yararlanan bir çalışma da mevcuttur (Kuçi ve ark 2014).

Pat penetrasyon yüzdesinin ölçümü Gharib ve arkadaşlarının önerdiği yönteme dayanarak yapılmıştır (Gharib ve ark 2007). Bu yöntemde, ilk olarak, patın penetre olduğu alanın çevresi hesaplanır. Ardından, ilk ölçülen alanın çevresi kök kanal duvarının çevresine bölünür ve bulunan değer yüz ile çarpılır. Sonuçta patın penetre olduğu alanın yüzdesine ulaşılmış olur. Bu çalışmada, retreatment sonrası pat penetrasyon çevresi (yeşil alanın çevresi), birincil kanal tedavisi sonrası pat penetrasyon çevresine (Kırmızı alanın çevresi) bölünüp yüz ile çarpılarak, iki tedavi arasındaki pat penetrasyon yüzdesi göreceli olarak hesaplanmıştır.

El Hachem ve ark (2019), apikalden 5 mm uzaklıktaki maksimum ve ortalama pat penetrasyonunun apikalden 1 mm uzaklıktaki maksimum ve ortalama penetrasyonuna göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir (El Hachem ve ark 2019). Gonçalez Piai ve ark (2018), koronal seviyedeki ortalama pat penetrasyonunu, apikal seviyeden yüksek bulduklarını bildirmişlerdir (Piai ve ark 2018). Zapata ve ark (2009), apikalden 5 mm uzaklıktaki pat penetrasyonunun, 3 mm uzaklıktaki pat penetrasyonuna göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Ordinola-Zapata ve ark 2009). Aynı çalışmada, apikalden 3 mm uzaklıkta örneklerin % 53'ünün penetrasyon göstermediği bildirilmiştir (Ordinola-Zapata ve ark 2009).

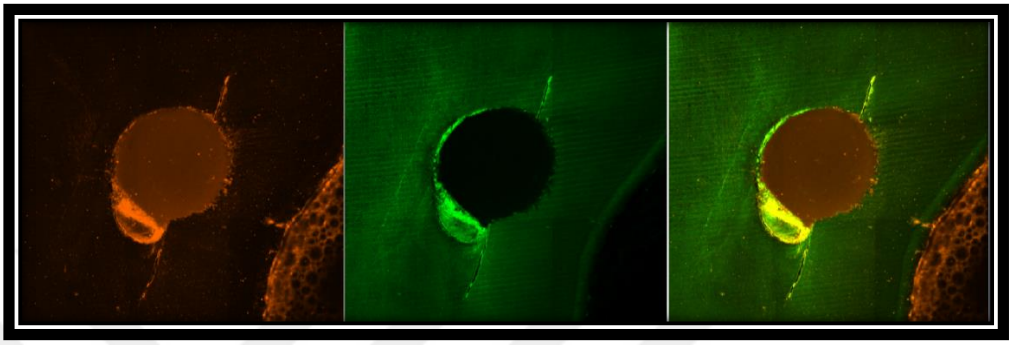
Dört farklı patın penetrasyonunun koronal, orta ve apikal üçlüde incelendiği bir çalışmada, koronal penetrasyonun orta ve apikal üçlüdeki penetrasyona oranla yüksek olduğu bildirilmiştir (Chandra ve ark 2012). Kalsiyum silikat içerikli patların penetrasyonunun incelendiği diğer bir çalışmada ise penetrasyon derinliğinin ve alanının koronalden apikale doğru azalma eğiliminde olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, apikal seviyedeki pat penetrasyon derinliği koronal ve orta seviyedeki pat penetrasyon derinliğine göre düşük bulunmuştur (Osiri ve ark 2018).

Gunes, Yeter, Terlemez, Seker & Altay (2019) maksimum tübül penetrasyonunun değerlendirildiği çalışmalarında koronal ve orta üçlüdeki penetrasyonu apikal üçlüdeki penetrasyona oranla yüksek bulmuşlardır (Gunes ve ark 2019). McMichael ve ark (2016), trikalsiyum silikat içerikli patların dentin tübül penetrasyonunu incelediği bir çalışmada, tek kon ve sıcak dolum tekniği kullanıldığında, apikalden 5 mm uzaklıktaki penetrasyonun, 1 mm uzaklıktaki penetrasyona göre anlamlı derecede yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir (McMichael ve ark 2016).

Kuçi ve ark (2014), smear tabakasının pat penetrasyonuna etkisini inceledikleri bir çalışmasında, koronal ve orta üçlüde benzer ve yüksek , apikal üçlüde ise anlamlı derecede düşük penetrasyon değerleri bildirmişlerdir (Kuçi ve ark 2014). Akcay ve ark (2016), farklı irrigasyon prosedürleri sonrasında pat penetrasyonunun incelendiği bir çalışmasında, koronal üçlüde, orta üçlüye göre , orta üçlünün ise apikal üçlüye göre yüksek penetrasyon gösterdiğini bildirmişlerdir (Akcay ve ark 2016).

Apikal üçlüdeki penetrasyonun yukarıda belirtilen birçok çalışmada koronal ve orta üçlüye oranla düşük bulunmasının sebepleri çeşitli araştırmacılar tarafından farklı şekillerde açıklanmıştır. Geleneksel irrigasyonun, kök kanallarının koronal ve orta üçlüsünün dezenfeksiyonunda etkili olduğu, bununla birlikte apikal üçlüde az etkili olduğu bildirilmiştir (Nielsen ve Baumgartner 2007). Apikal üçlüde meydana gelen ‘’vapor lock ‘’etkisi, apikalde irrigantların çalışma boyuna ulaşmasını engelleyebilir (Tay ve ark 2010). İrrigasyon iğnelerinin, apikalden taşmayı engellemek amacıyla çalışma boyundan en az 2 mm kısa yerleştirilmesi apikal üçlüden debris uzaklaştırılmasını olumsuz etkileyebilir (Abarajithan ve ark 2011).

Kök kanalında apikale ilerledikçe, dentin tübüllerinin çapı ve sayısı azalmaktadır. Bununla birlikte, apikal üçlüde bazı alanların tübülsüz olduğu , sement gibi bir dokunun apikal kök kanalının sınırını oluşturabildiği bildirilmiştir (Mjör ve ark 2001). El Hachem ve ark (2019) ve Camilleri J (2015) , AH Plus patının, koronal ve orta üçlüde tam penetrasyon gösterdiğini, apikal üçlüde ise penetrasyonun hiç izlenemediğini bildirmişlerdir (Camilleri 2015, El Hachem ve ark 2019).



Şekil 4.3. Çalışmamızda apikal kesitte penetrasyonun hiç izlenemediği kesitlerden bir örnek

AH Plus patının, ortalama 8 mikrometre ebata sahip kalsiyum tungstat ve 1.5 mikrometre ebata sahip zirkonyum oksit partiküllerinin, apikal üçlü seviyesindeki dar çaplı dentin tübülleri içerisine penetrasyonu engelleyebileceği bildirilmiştir. Aynı zamanda, bioseramik içerikli patların apikal üçlüde sklerotik dentin yapısı ile dahi kimyasal bir bağlantı oluşturabileceği ve bu durumun penetrasyonu ve bağlantı gücünü artırabileceği bildirilmiştir (Vasiliadis ve ark 1983). Dentin tübüllerinin ortalama çaplarının, pulpa dentin bağlantısından sement dentin birleşimine doğru ortalama 1.2 mikrometreden 0.4 mikrometreye doğru azalma gösterdiği bildirilmiştir (Vassiliadis ve ark 1994).

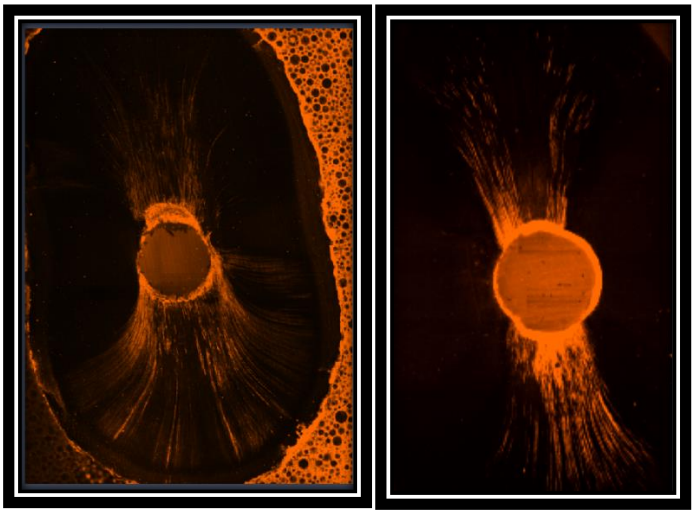
Bu çalışmada örneklerde apikal üçlüde tüm gruplarda penetrasyonun izlenmediği en az birer örnek mevcuttur (Şekil 4.3). Partikül ebatından ayrı olarak bioseramik esaslı patların sertleşme mekanizmasındaki mineralizasyon süreci , bu patların dentin tübülleri içerisine penetrasyonunu olumsuz etkileyebilir (Yoo ve ark 2014). Kok ve ark (2014) , AH Plus ve MTA Fillapex patlarının, retreatment sonrası apikal üçlüde dentin tübülleri içerisine penetrasyon göstermediğini bildirmiştir (Kok ve ark 2014). Çalışmamızın apikal üçlü ile koronal ve orta üçlüdeki penetrasyon sonuçları, diğer çalışmaların çoğunluğunun sonucu ile uyum göstermektedir. AM, MA, MM, MW, WW, WM, WA, A gruplarında koronal-orta üçlü ile apikal üçlü

arasındaki penetrasyon derinliği farkı anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). AA, AW, W, M gruplarında ise koronal-orta üçlü ile apikal üçlü arasındaki penetrasyon derinliği farkı önceki çalışmaları destekler şekilde benzer bulunmuştur ($p>0.05$).

WW grubu hariç tüm gruplarda, koronal-orta üçlüdeki pat penetrasyon yüzdesi, apikal üçlüdeki pat penetrasyon yüzdesine benzer bulunmuştur ($p>0.05$). WW grubunda ise koronal-orta üçlüdeki penetrasyon yüzdesi apikal üçlüdeki penetrasyon yüzdesine göre yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Ortalama pat penetrasyon derinliği verilerinin, koronal, orta ve apikal üçlüdeki pat penetrasyonunu karşılaştırmada pat penetrasyon yüzdesi verilerine göre istatistiksel açıdan daha anlamlı sonuçlar verdiği görülmektedir. Koronal ve orta üçlüdeki pat penetrasyon miktarının karşılaştırıldığı çalışmalarda, koronal ve orta üçlüdeki pat penetrasyon miktarını benzer olarak bulan çalışmalar mevcuttur. Uzunoğlu-Özyürek ve ark (2018), bir çalışmasında, koronal ve orta üçlüdeki pat penetrasyon yüzdelerinin benzer olduğunu bildirmiştir (Uzunoglu-Özyürek ve ark 2018). Kuçi ve ark (2014) bir çalışmasında da, koronal ve orta üçlüdeki penetrasyon derinliğinin benzer bulunduğu bildirilmiştir (Kuçi ve ark 2014). Bu doktora tez çalışmasında da , AM, MA, MM, MW, WM, WA gruplarında koronal ve orta üçlüdeki ortalama penetrasyon derinlikleri benzer bulunmuştur ($p<0.05$). Bununla birlikte, koronal üçlüdeki pat penetrasyon miktarını orta üçlüye göre yüksek bulan çalışmalar da mevcuttur (Weis ve ark 2004, Tuncer ve Ünal 2014).

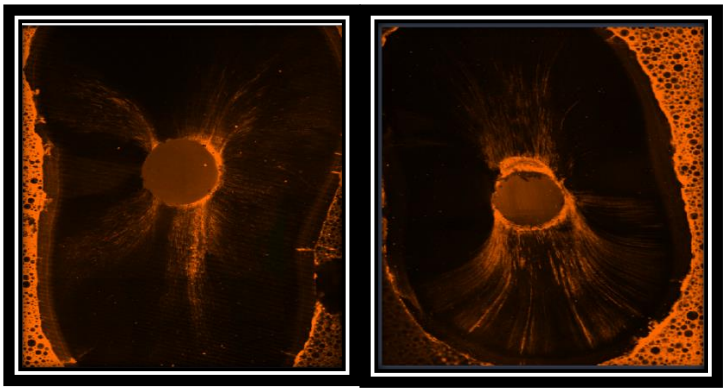
Çalışmamızda ortalama pat penetrasyon derinliklerinin karşılaştırıldığı yöntemde, A ve WW gruplarında koronal üçlüdeki penetrasyon orta üçlüye göre yüksek bulunmuştur ($p<0.05$) .

Bu çalışmada elde edilen görüntüler arasında, penetrasyonun her bölgeye homojen dağılmadığı, aksine sadece doğrusal yönde (kuzey-güney veya doğu-batı gibi) penetrasyonun izlendiği kesitler fark edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Pat Penetrasyonunun Doğrusal Bir Hat Üzerinde İzlendiği Kesitler ‘’Kelebek Etkisi’’

Bu tip kesitlere sahip dişlerin ‘Kelebek etkisi’ olarak adlandırılan bir fenomona sahip oldukları anlaşılmıştır (Vasiliadis ve ark 1983).. Kelebek etkisine sahip dişlerin, dentin tübülleri sayısının bukkolingual yönde meziodistal yöne oranla yüksek olduğu bildirilmiştir (Russell ve ark 2013). Bu durum, karakteristik bir kelebek şekli meydana getirmektedir (Vasiliadis ve ark 1983). Meziodistal bölgede yer alan sklerotik dentin yapısı, ışını yansıtır ve saçılmaya sebep olur (Vasileiadis ve ark 2011). Kelebek etkisi, kök kanal patlarının kök kanalları içerisine penetrasyonunu etkileyebilir (Russell ve ark 2013). Russell ve ark (2017), bir çalışmasında kelebek etkisine sahip dişlerde bukkolingual yöndeki pat penetrasyon derinliği meziodistal yöndeki pat penetrasyon derinliğine oranla yüksek bulunduğu bildirmiştir. Aynı çalışmada, kelebek etkisine sahip dişlerde bukkolingual pat penetrasyonu, kelebek etkisine sahip olmayan dişlerdeki bukkolingual pat penetrasyonuna göre anlamlı ölçüde yüksek bulunmuştur(Russell ve ark 2018).



Şekil 4.5. Çalışmamızda normal dişlerin bukkolingual pat penetrasyonu ile kelebek etkisine sahip dişlerin bukkolingual pat penetrasyonundan birer örnek.

Kelebek etkisinin, molar ve premolar dişlerde anterior dişlere oranla daha yaygın olduğu bildirilmiştir (von Arx ve ark 2011). Aynı zamanda, bu etkinin tek köklü dişlerde geniş yaş aralığında görülebildiği bildirilmiştir (Russell ve ark 2013). Bu çalışmada mandibular premolar dişler kullanılmıştır bu sebeple kelebek etkisine sahip dişlere rastlanmıştır.

Çalışmada, epoksi rezin içerikli patlara örnek olan, endodontide ‘’altın standart’’ olarak kabul edilen ve çalışmaların genellikle kontrol grubunu oluşturan AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya) patı kullanılmıştır. AH Plus patının, yüksek biyouyumluluk, düşük çözünürlük gösterdiği ve kök dentinine adezyon sağladığı ayrıca düşük genleşme değerleri gösterdiği bildirilmiştir (Tyagi ve ark 2013) AH Plus kök kanal patının, yüksek akıcılık gösterdiği bildirilmiştir (Sonntag ve ark 2015). Bu akıcılığın, patın psödoplastik özelliğine bağlı olarak basınç ya da kuvvet altında arttığı bildirilmiştir (Zhou ve ark 2013). Aynı zamanda rezin içerikli patların, düşük film kalınlığı sebebiyle, lateral kondensasyon teknikleri kullanılması durumunda daha iyi penetre olacağı bildirilmiştir (Rahimi ve ark 2009). Başka bir çalışmada ise, dolum tekniklerinin çinko oksit öjenol içerikli patların penetrasyonununda önemli olduğu ancak epoksi rezin içerikli patların penetrasyonunu önemli düzeyde etkilemediği bildirilmiştir (Weis ve ark 2004) AH Plus patının, uzun polimerizasyon süresi nedeniyle mikro düzensizliklere daha iyi penetre olabileceği bildirilmiştir (Nunes ve ark 2008). Polimerizasyon süresince meydana gelen toksisite araştırmacıları kalsiyum silikat içerikli patların gelişimine yönlendirmiştir.

MTA Fillapex (Angelus, ABD), kalsiyum silikat esaslı patların MTA içeren patları kısmındadır. Kalsiyum silikat esaslı patların sertleşme esnasında genleştiği bildirilse de, MTA Fillapex patının, bu durumun aksine sertleşirken % 0.7 oranında büzülme gösterdiği ve bu durumun tek kon dolum tekniğinde pat penetrasyonunu olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir (Zhou ve ark 2013). Bununla birlikte, kalsiyum silikat esaslı patların dentin tübüllerine kanal içi kondensasyon basıncı olmaksızın penetre olabildiği ve bu özelliğin kök kırıklarına sebebiyet verebilecek aşırı kuvvetlerin elimine edilmesini sağladığı bildirilmiştir (Jeong ve ark 2017).

MTA Fillapex ile AH Plus patları dentin penetrasyonunu incelemek amacıyla birçok çalışmada karşılaştırılmıştır (Kok ve ark 2014, Akcay ve ark 2016, Russell ve ark 2018, Trivedi ve ark 2020, Turkyilmaz ve Erdemir 2020) Türkyılmaz ve ark (2020), AH Plus, MTA Fillapex ve iki diğer kök kanal patının penetrasyonunu incelediği bir çalışmada, lateral kompakisyon ya da tek kon dolum tekniklerinin penetre olan pat miktarını anlamlı seviyede etkilemediğini bildirmişlerdir (Turkyilmaz ve Erdemir 2020). Aynı çalışmada AH Plus ve MTA Fillapex patların penetrasyon değerleri benzer bulunmuştur (Turkyilmaz ve Erdemir 2020). Nikhil ve ark (2015), MTA Fillapex patının, AH Plus patına göre hem yüzdelik hem de derinlik hesaplamalarında yüksek penetrasyon gösterdiğini bildirmişlerdir (Nikhil ve ark 2015). Kok ve ark (2014) ise, MTA Fillapex ve AH Plus patının birincil kanal tedavisi ve retreatment sonrası penetrasyonlarını karşılaştırmışlar, birincil kanal tedavisi sonrası patların penetrasyon yüzdelerinin benzer bulunduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte birincil kanal tedavisi ve retreatment sonrası pat penetrasyon derinliğinin farklı bulunduğunu, retreatment sonrası hiç penetrasyon gözlenmediğini bildirmişlerdir (Kok ve ark 2014). Dört farklı patın penetrasyonunun incelendiği bir çalışmada, AH Plus patının MTA Fillapex patına benzer penetrasyon gösterdiği bildirilmiştir (Russell ve ark 2018). Akcay ve ark (2016), penetrasyon alanlarına göre patları karşılaştırdığı çalışmada, koronal üçlüde MTA Fillapex ve AH Plus kök kanal patı arasında benzer penetrasyon bildirmişlerdir (Kok ve ark 2014). Bu çalışmanın sonuçları da yukarıda bahsedilen çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir. Ortalama pat penetrasyon derinliği değerlendirildiğinde, koronal,orta ve apikal üçlüde MTA Fillapex ve AH plus patının benzer penetrasyon gösterdiği bulunmuştur ($p>0.05$). Pat penetrasyon yüzdesi değerlendirildiğinde de benzer sonuçar bulunmuştur ($p>0.05$) .

Bu çalışmada, üçüncü ve son pat olarak WellRoot ST kullanılmıştır. Kalsiyum silikat esaslı patların MTA esaslı olmayan patları grubundadır. WellRoot ST ile ilgili pat penetrasyon çalışması bilgimiz dahilinde daha önce hiç yapılmamıştır. Çalışmamızdaki veriler, WellRoot ST patının penetrasyonda karşılaştırıldığı ilk sonuçlardır. WellRoot ST kanal patının dahil olduğu gruptaki diğer patlar iRoot SP (IBC, Çin), Endosequence BC (Brasseler, ABD), Bio C (Angelus, ABD) dir. Akcay ve ark(2016), iRoot SP patının AH Plus ve MTA Fillapex patına göre yüksek penetrasyon gösterdiğini bildirmişlerdir (Akcay ve ark 2016). Endosequence BC patı ile AH Plus patının karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise AH Plus patının, apikalden 3 ve 6 mm uzaklıkta Endosequence BC patına benzer penetrasyon gösterdiği bildirilmiştir (Kim ve ark 2019). Wang ve ark(2018), apikalden 2mm uzaklıkta, iRoot SP patının AH Plus patına göre yüksek penetrasyon gösterdiğini, 4 ve 6 mm uzaklıkta ise benzer penetrasyon gösterdiğini bildirmişlerdir (Wang ve ark 2018). AH Plus ve Endosequence BC patlarının penetrasyonunun incelendiği bir çalışmada, penetrasyon yüzdesi açısından patlar arasında benzer sonuçlar bildirmişlerdir (Gunes ve ark 2019) . Viapana ve ark(2014) ise AH Plus patının Bio C patına göre daha yüksek penetrasyon yüzdesi gösterdiğini bildirmişlerdir (Viapiana ve ark 2014). Bu çalışmanın sonucu, önceki çalışmaların verilerinin çoğunluğu ile uyum göstermektedir. Pat penetrasyon yüzdesi açısından MTA Fillapex, AH Plus ve WellRoot ST patı arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Ortalama penetrasyon derinliği açısından karşılaştırıldığında koronal seviyede anlamlı($p<0.05$), orta ve apikal üçlüde benzer sonuçlar ($p>0.05$) bulunmuştur. MTA Fillapex ve AH Plus kök kanal patı, WellRoot ST patına göre koronal üçlüde daha yüksek ortalama pat penetrasyon derinliği göstermiştir ($p>0.05$).

Kök kanallarının obturasyonunda kanal patlarının kullanılması kanal dolum sürecinde kolaylık sağlıyor gibi görünse de , kök kanallarından uzaklaştırılmasındaki yetersizlikler, muhtemel retreatment tedavilerinin başarısızlık sebepleri arasında görülmektedir (Eymirli ve ark 2019).Bir çalışmada, dentin tübüllerine penetre olan bir patın, retreatment sürecinde uzaklaştırılmasının imkansız olduğu ve çinko oksit öjenol esaslı patların epoksi rezin esaslı patların penetrasyonunu olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir. Kim ve ark (2015), geleneksel retreatment tekniklerinin kalsiyum silikat esaslı patların kök kanal duvarından tamamen

uzaklaştırılmasında yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda AH Plus patının da kanal duvarından tamamen uzaklaştırılmasının zor olduğunu bildirmişlerdir (Kim ve ark 2019). Bioseramik esaslı patların kanaldan sökümünün değerlendirildiği bir çalışmada, çalışma boyunu tekrar kazanmanın bioseramik esaslı patlarda diğer patlara oranla daha zor ve başarısız olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, pat içerisindeki mikro boşluklarda yer edinmiş mikroorganizmaların çalışma boyuna ulaşılamadığında veya pat kanaldan tamamen uzaklaştırılamadığında, tedavi başarısını olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir (Hess ve ark 2011).

Bu çalışmanın sonuçları, önceki çalışmaların verileri ile uyumluluk göstermektedir. Retreatment tedavisi uygulanan dişlerde , ortalama pat penetrasyon derinliği değerlendirildiğinde, koronal üçlüde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. MM, AW, MW, MA, WW gruplarında daha yüksek penetrasyon sonuçları bulunmuştur ($p<0.05$). Pat penetrasyon yüzdesi değerlendirildiğinde ise , AW, AM, MW ve WW gruplarında yüksek penetrasyon sonuçları bulunmuştur ($p<0.05$). Retreatment tedavisi uygulanan dişlerde , ortalama pat penetrasyon derinliği değerlendirildiğinde, orta üçlüde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. MW, MA, MM, AW birbirine benzer ve en yüksek penetrasyon sonuçları vermiştir ($p<0.05$). Pat penetrasyon yüzdesi değerlendirildiğinde ise, orta üçlüde tüm gruplar arasında benzer penetrasyon değerleri bulunmuştur($p>0.05$). Apikal üçlüde iki yöntem için de pat penetrasyon sonuçları benzer bulunmuştur($p>0.05$).

Koronal üçlü bölgesi hariç hiçbir bölgede birincil kanal tedavisinde WellRoot ST kök kanal patı kullanılmış gruplar, ortalama pat penetrasyon derinliği ve pat penetrasyon yüzdesi ölçümünde yüksek yayılım gösterememiştir. Bu sonuç, diğer çalışmaların sonuçlarını destekler niteliktedir. Bioseramik esaslı patlar grubunda yer alan MTA Fillapex ise, birincil kanal tedavisinde uygulandığında, retreatment için uygulanacak olan patın penetrasyonunu WellRoot ST patı kadar etkilememiş görünmektedir. Çözünürlük ve sızıntı çalışmalarında, MTA Fillapex patının çözünürlüğünü yüksek bulan çalışmalar mevcuttur (Amoroso-Silva ve ark 2014, Silva ve ark 2017). MTA Fillapex patının çözünürlüğünün yüksek olması, irrigasyon protokollerinde ve kanal içi medikament uygulamalarında patın dentin tübüllerinden uzaklaşarak, retreatment tedavilerinde uygulanacak olan patın penetrasyonu için alan

açabilir. Çalışmamızdaki sonuçlar MTA Fillapex patının çözünürlük çalışmalarındaki sonuçlarını destekler niteliktedir. Bununla birlikte, konfokal lazer taramalı mikroskopide patın penetre olduğu dentin tübülünde hermetik bir tıkama sağlayıp sağlamadığı veya pat içerisindeki yapısal porözite izlenememektedir. Kök kanal dolum kalitesinin dentin tübüllerinde incelenebilmesi için Micro-CT kullanımı şarttır.

Bilgimiz dahilinde, WellRoot ST kök kanal patının, pat penetrasyon derinliğinin incelendiği bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca yine bilgimiz dahilinde üç farklı kök kanal patının birincil kanal tedavisi ve retreatment sonrası kendi içerisindeki tüm kombinasyonlarının pat penetrasyonunu inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamız in vitro koşullar altında gerçekleştirilse de, in vivo koşullara ve klinik prosedürlerine şartların mümkün kıldığı maksimum oranda riayet edilmiştir. Bununla birlikte, birincil kanal tedavisi başarısızlığında hastaların semptomatik ya da asemptomatik evrede kliniğe başvurma süreleri (1 ay- 10 yıl gibi) değişkenlik göstermektedir. Kök kanal sistemine retrograd ya da ortograd yolla ulaşan mikroorganizmaların yan ürünleri, nekrotik doku artıkları, tükürük sızıntısı gibi kök kanal patlarının yapısı ve bütünlüğünü bozacabilecek birçok etken mevcuttur. Bu etkenlere maruz kalınan süre de birincil kanal tedavisinde uygulanan patların çözünme ve kanaldan uzaklaştırılma miktarını etkileyebilir. İn vitro şartlar altında, birincil kanal tedavisi ile retreatment süreci arasındaki süreyi ve mikroorganizma ortamını in vivo ortamdaki gibi uygulayamamak çalışmamızın bir limitasyonudur. Çalışmamız tüm bu limitasyonlara rağmen, birincil kanal tedavisinde uygulanan patların, retreatment tedavisinde uygulanan patlar üzerinde dentin tübül penetrasyonunu sınırlayıcı etkisi olup olmadığı konusunda fikir vermektedir. Çalışmamıza göre günümüzde uygulanan rutin irrigasyon prosedürleri ile retreatment sürecinde, birincil kanal tedavisinde kullanılan patların kök kanalından tamamen uzaklaştırılması mümkün görülmemektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmanın limitleri dahilinde elde edilen sonuçlar ve bunlara bağlı öneriler aşağıda verilmiştir:

1-Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan gruplar arasında koronal kesitlerde ortalama pat penetrasyon derinliği oranı hariç, tüm kesitlerde iki yöntemde de üç patın penetrasyon derinliği oranı ve pat penetrasyon yüzdesi benzer bulunmuştur ($p>0.05$). Koronal kesitlerde ortalama pat penetrasyon derinliği oranına göre ise AH Plus ve MTA Fillapex patı birbirine benzer ve WellRoot ST patına göre yüksek değer göstermiştir ($p<0.05$). Buna göre, dentin tübül çaplarının koronalden orta ve apikal kesitlere doğru daralması kullanılan patların penetrasyon avantajlarını elimine edebilir.

2- Tüm gruplarda koronal kesitlerdeki ortalama pat penetrasyon derinliği ve pat penetrasyon yüzdesi, apikal kesitlere göre yüksek bulunmuştur ($p>0.05$). Koronal ve orta kesitlerin karşılaştırıldığı bazı gruplarda birbirine benzer ($p>0.05$), bazı gruplarda ise koronal kesitin yüksek bulunduğu sonuçlar elde edilmiştir.($p<0.05$). Koronal ve orta kesitlerin benzer sonuçlar vermesinin sebebi tek kon dolum yönteminin orta kesitlerdeki adaptasyonunun koronal kesitlerdeki adaptasyonunundan daha iyi olması olabilir. Tek kon dolum tekniğinde, koronal kesitlerdeki kanal formunun lateral kondensasyonu gerektirecek boşluklar içermesi pat penetrasyonunu ve adaptasyonunu olumsuz etkiliyor görünmektedir.

3-Sadece birincil kanal tedavisi uygulanan gruplarda patlar arasında benzer sonuçlar izlenirken ($p>0.05$), retreatment uygulanan gruplarda patlar arasında farklı sonuçlar izlenmesi ($p<0.05$), birincil kanal tedavisinde uygulanan patların, retreatmentta uygulanacak olan patların penetrasyonunu etkilediğinin kanıtı niteliğindedir.

4- Retreatment uygulanan 9 grupta birincil kanal tedavisinde WellRoot ST kök kanal patı uygulanan gruplar, koronal kesit hariç, yüksek penetrasyon değerleri gösterememiştir ($p<0.05$). Bu sonuç, bioseramik esaslı patların kanaldan sökümünün zorluğu sonucunu destekler niteliktedir. Bu sebeple, WellRoot ST kök kanal patının, birincil kanal tedavisi yerine retreatment tedavilerinde kullanılması, bu patın kanaldan uzaklaştırılması ile ilgili dezavantajının elimine edilmesine katkı sağlar.

5-Patların dentin tübüllerine penetrasyonu, kanal dolumunda önemli bir parametre olsa da kanal patlarının antimikrobiyel yapısı, pörozite, biyouyumluluk, boyutsal stabilite ve çözünürlük değerleri gibi birçok faktör kanal patı seçiminde bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Konfokal lazer taramalı mikroskopisi pat penetrasyon derinliği hakkında fikir veren önemli bir tekniktir, bununla birlikte patların yapısındaki poröziteyi ya da patın dentin tübüllerine adaptasyonu hakkında fikir vermemektedir. Patların fiziksel adaptasyonunu, porözitesini ve penetrasyonunu incelemek için ileri tekniklere ve cihazlara ihtiyaç vardır.

6. KAYNAKLAR

Abarajithan M, Dham S, Velmurugan N, Valerian-Albuquerque D, Ballal S, Senthilkumar H, 2011. Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 112, 3, 407-11.

Akcay M, Arslan H, Durmus N, Mese M, Capar ID, 2016. 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, 48, 1, 70-6.

Alaçam T, 2012. endodonti, ankara, p.

Allan NA, Walton RE, Schaffer M, 2001. Setting times for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. Journal of Endodontics, 27, 6, 421-3.

Amoroso-Silva PA, Guimarães BM, Marciano MA, Duarte MAH, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, De Almeida MM, De Moraes IG, 2014. Microscopic analysis of the quality of obturation and physical properties of MTA F illapex. Microscopy research and technique, 77, 12, 1031-6.

Ando N, Hoshino E, 1990. Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal dentine. International endodontic journal, 23, 1, 20-7.

Aqrabawi J, 2000. Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. British dental journal, 188, 5, 266-8.

Araki K, Suda H, Spångberg LS, 1994. Indirect longitudinal cytotoxicity of root canal sealers on L929 cells and human periodontal ligament fibroblasts. Journal of endodontics, 20, 2, 67-70.

Atmeh A, Chong E, Richard G, Festy F, Watson T, 2012. Dentin-cement interfacial interaction: calcium silicates and polyalkenoates. Journal of dental research, 91, 5, 454-9.

Bae W-J, Chang S-W, Lee S-I, Kum K-Y, Bae K-S, Kim E-C, 2010. Human periodontal ligament cell response to a newly developed calcium phosphate–based root canal sealer. Journal of endodontics, 36, 10, 1658-63.

Barbosa CA, Gonçalves RB, Siqueira Jr JF, De Uzeda M, 1997. Evaluation of the antibacterial activities of calcium hydroxide, chlorhexidine, and camphorated paramonochlorophenol as intracanal medicament. A clinical and laboratory study. Journal of Endodontics, 23, 5, 297-300.

Baroudi K, Saleh AM, Silikas N, Watts DC, 2007. Shrinkage behaviour of flowable resin-composites related to conversion and filler-fraction. Journal of dentistry, 35, 8, 651-5.

Baumgartner JC, Mader CL, 1987. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. Journal of endodontics, 13, 4, 147-57.

Benezra MK, Wismayer PS, Camilleri J, 2017. Influence of environment on testing of hydraulic sealers. Scientific reports, 7, 1, 1-11.

Benkel BH, Rising DW, Goldman LB, Rosen H, Goldman M, Kronman JH, 1976. Use of a hydrophilic plastic as a root canal filling material. Journal of endodontics, 2, 7, 196-202.

Best S, Porter A, Thian E, Huang J, 2008. Bioceramics: past, present and for the future. Journal of the European Ceramic Society, 28, 7, 1319-27.

Bird DC, Komabayashi T, Guo L, Opperman LA, Spears R, 2012. In vitro evaluation of dentinal tubule penetration and biomineralization ability of a new root-end filling material. Journal of endodontics, 38, 8, 1093-6.

Borges R, Sousa-Neto M, Versiani M, Rached-Júnior F, De-Deus G, Miranda C, Pécora J, 2012. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. International endodontic journal, 45, 5, 419-28.

Bouillaguet S, Bertossa B, Krejci I, Wataha JC, Tay FR, Pashley DH, 2007. Alternative adhesive strategies to optimize bonding to radicular dentin. Journal of Endodontics, 33, 10, 1227-30.

Branstetter J, Von Fraunhofer J, 1982. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. Journal of endodontics, 8, 7, 312-6.

Bryan TE, Khechen K, Brackett MG, Messer RL, El-Awady A, Primus CM, Gutmann JL, Tay FR, 2010. In vitro osteogenic potential of an experimental calcium silicate–based root canal sealer. Journal of Endodontics, 36, 7, 1163-9.

Caicedo R, Von Fraunhofer J, 1988. The properties of endodontic sealer cements. Journal of Endodontics, 14, 11, 527-34.

Camilleri J, 2015. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. Journal of endodontics, 41, 1, 72-8.

Camilleri J, Laurent P, About I, 2014. Hydration of biodentine, theracal lc, and a prototype tricalcium silicate–based dentin replacement material after pulp capping in entire tooth cultures. Journal of Endodontics, 40, 11, 1846-54.

Candeiro GTdM, Lavor AB, Lima ITdF, Vasconcelos BCd, Gomes NV, Iglecias EF, Gavini G, 2019. Penetration of bioceramic and epoxy-resin endodontic cements into lateral canals. Brazilian oral research, 33.

Carvalho RMd, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH, 1996. A review of polymerization contraction: The influence of stress development versus stress relief. Operative dentistry, 21, 1, 17-24.

Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, Orhan K, Tufenkci P, Kursun S, Demiralp KÖ, 2016. Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An In vitro Micro-CT study. Scanning, 38, 2, 133-40.

Chandra SS, Shankar P, Indira R, 2012. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: a confocal microscopic study. Journal of endodontics, 38, 10, 1412-6.

Cherng AM, Chow LC, Takagi S, 2001. In vitro evaluation of a calcium phosphate cement root canal filler/sealer. Journal of endodontics, 27, 10, 613-5.

Cheung G, 1996. Endodontic failures--changing the approach. International Dental Journal, 46, 3, 131-8.

Civjan S, Brauer G, 1964. Physical properties of cements, based on zinc oxide, hydrogenated rosin, o-ethoxybenzoic acid, and eugenol. Journal of dental research, 43, 2, 281-99.

Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC, 2007. The root and root canal morphology of the human mandibular first premolar: a literature review. Journal of Endodontics, 33, 5, 509-16.

Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC, 2007. The root and root canal morphology of the human mandibular second premolar: a literature review. Journal of Endodontics, 33, 9, 1031-7.

Cobankara FK, Ozkan HB, Terlemez A, 2010. Comparison of organic tissue dissolution capacities of sodium hypochlorite and chlorine dioxide. Journal of endodontics, 36, 2, 272-4.

Colombo M, Poggio C, Dagna A, Meravini M-V, Riva P, Trovati F, Pietrocola G, 2018. Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers. Journal of clinical and experimental dentistry, 10, 2, e120.

Coomaraswamy KS, Lumley PJ, Hofmann MP, 2007. Effect of bismuth oxide radioopacifier content on the material properties of an endodontic Portland cement–based (MTA-like) system. Journal of endodontics, 33, 3, 295-8.

Darvell B, Wu R, 2011. "MTA"—an hydraulic silicate cement: review update and setting reaction. Dental Materials, 27, 5, 407-22.

Davidson C, Van Zeghbroeck L, Feilzer A, 1991. Destructive stresses in adhesive luting cements. Journal of dental research, 70, 5, 880-2.

De Deus GA, Gurgel-Filho ED, Maniglia-Ferreira C, Coulinho-Filho T, 2004. The influence of filling technique on depth of tubule penetration by root canal sealer: a study using light microscopy and digital image processing. Australian Endodontic Journal, 30, 1, 23-8.

de Miranda Candeiro GT, Correia FC, Duarte MAH, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G, 2012. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. Journal of endodontics, 38, 6, 842-5.

DeLong C, He J, Woodmansey KF, 2015. The effect of obturation technique on the push-out bond strength of calcium silicate sealers. Journal of endodontics, 41, 3, 385-8.

Desai S, Chandler N, 2009. Calcium hydroxide–based root canal sealers: a review. Journal of endodontics, 35, 4, 475-80.

Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E, 2019. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. Odontology, 107, 4, 421-36.

Dow PR, Ingle JI, 1955. Isotope determination of root canal failure. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, 8, 10, 1100-4.

El Hachem R, Khalil I, Le Brun G, Pellen F, Le Jeune B, Daou M, El Osta N, Naaman A, Abboud M, 2019. Dentinal tubule penetration of AH Plus, BC Sealer and a novel tricalcium silicate sealer: a confocal laser scanning microscopy study. Clinical oral investigations, 23, 4, 1871-6.

Eltair M, Pitchika V, Hickel R, Kühnisch J, Diegritz C, 2018. Evaluation of the interface between gutta-percha and two types of sealers using scanning electron microscopy (SEM). Clinical oral investigations, 22, 4, 1631-9.

Ersahan S, Aydin C, 2010. Dislocation resistance of iRoot SP, a calcium silicate–based sealer, from radicular dentine. Journal of endodontics, 36, 12, 2000-2.

Eymirli A, Sungur DD, Uyanik O, Purali N, Nagas E, Cehreli ZC, 2019. Dentinal Tubule Penetration and Retreatability of a Calcium Silicate–based Sealer Tested in Bulk or with Different Main Core Material. Journal of endodontics, 45, 8, 1036-40.

Ferracane JL, 2005. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. Dental Materials, 21, 1, 36-42.

Fidel RAS, Sousa Neto M, Spano JCE, Barbin EL, Pécora JD, 1994. Adhesion of calcium hydroxide-containing root canal sealers. Braz Dent J, 5, 1, 53-7.

Friedman S, Moshonov J, Trope M, 1992. Efficacy of removing glass ionomer cement, zinc oxide eugenol, and epoxy resin sealers from retreated root canals. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, 73, 5, 609-12.

Fuss Z, Szajkis S, Tagger M, 1989. Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents. Journal of endodontics, 15, 8, 362-4.

Garrido A, Lia R, França S, Da Silva J, Astolfi-Filho S, Sousa-Neto M, 2010. Laboratory evaluation of the physicochemical properties of a new root canal sealer based on Copaifera multijuga oil-resin. International Endodontic Journal, 43, 4, 283-91.

Gernhardt C, Eppendorf K, Kozlowski A, Brandt M, 2004. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. International endodontic journal, 37, 4, 272-80.

Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski TA, Goodell GG, 2007. A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. Journal of endodontics, 33, 8, 957-61.

Gulabivala K, Ng Y, Gilbertson M, Eames I, 2010. The fluid mechanics of root canal irrigation. Physiological Measurement, 31, 12, R49.

Gunes B, Yeter KY, Terlemez A, Seker B, Altay Y, 2019. Dentinal tubule penetration of endodontic sealers after nonthermal plasma treatment: A confocal laser scanning microscopy study. Microscopy research and technique, 82, 6, 903-8.

Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y, 2010. Irrigation in endodontics. Dental Clinics, 54, 2, 291-312.

Han L, Okiji T, 2011. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate–based endodontic materials into root canal dentine. International endodontic journal, 44, 12, 1081-7.

Helvacioglu-Yigit D, Yilmaz A, Kiziltas-Sendur G, Aslan O, Abbott P, 2014. Efficacy of reciprocating and rotary systems for removing root filling material: A micro-computed tomography study. Scanning: The Journal of Scanning Microscopies, 36, 6, 576-81.

Hench LL, 1991. Bioceramics: from concept to clinic. Journal of the american ceramic society, 74, 7, 1487-510.

Hess D, Solomon E, Spears R, He J, 2011. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. Journal of endodontics, 37, 11, 1547-9.

Huang FM, Tai KW, Chou MY, Chang YC, 2002. Cytotoxicity of resin-, zinc oxide–eugenol-, and calcium hydroxide-based root canal sealers on human periodontal ligament cells and permanent V79 cells. International Endodontic Journal, 35, 2, 153-8.

Huang Y, Orhan K, Celikten B, Orhan AI, Tufenkci P, Sevimay S, 2018. Evaluation of the sealing ability of different root canal sealers: a combined SEM and micro-CT study. Journal of Applied Oral Science, 26.

Iglecias EF, Freire LG, de Miranda Candeiro GT, Dos Santos M, Antoniazzi JH, Gavini G, 2017. Presence of voids after continuous wave of condensation and single-cone obturation in mandibular molars: a micro-computed tomography analysis. Journal of endodontics, 43, 4, 638-42.

Imai Y, Komabayashi T, 2003. Properties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin. Journal of Endodontics, 29, 1, 20-3.

Ioannidis K, Mistakidis I, Beltes P, Karagiannis V, 2013. Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by MTA-and ZnOE-based sealers. Journal of Applied Oral Science, 21, 2, 138-44.

Jafari F, Jafari S, 2017. Composition and physicochemical properties of calcium silicate based sealers: A review article. Journal of clinical and experimental dentistry, 9, 10, e1249.

Jainaen A, Palamara J, Messer H, 2007. Push-out bond strengths of the dentine–sealer interface with and without a main cone. International endodontic journal, 40, 11, 882-90.

Jardine AP, Da Rosa RA, Santini MF, Wagner M, Só MVR, Kuga MC, Pereira JR, Kopper PMP, 2016. The effect of final irrigation on the penetrability of an epoxy resin-based sealer into dentinal tubules: a confocal microscopy study. Clinical oral investigations, 20, 1, 117-23.

Jeong JW, DeGraft-Johnson A, Dorn SO, Di Fiore PM, 2017. Dentinal tubule penetration of a calcium silicate–based root canal sealer with different obturation methods. Journal of endodontics, 43, 4, 633-7.

Jou Y-T, Karabucak B, Levin J, Liu D, 2004. Endodontic working width: current concepts and techniques. Dental Clinics, 48, 1, 323-35.

Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J, 1995. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. Journal of Endodontics, 21, 5, 277-80.

Kartal N, Özçelik B, Cimilli H, 1998. Root canal morphology of maxillary premolars. Journal of endodontics, 24, 6, 417-9.

Kasam S, Mariswamy AB, 2016. Efficacy of different methods for removing root canal filling material in retreatment-an in-vitro study. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR, 10, 6, ZC06.

Kaur A, Shah N, Logani A, Mishra N, 2015. Biotoxicity of commonly used root canal sealers: A meta-analysis. Journal of conservative dentistry: JCD, 18, 2, 83.

Kim Y, Kim B-S, Kim Y-M, Lee D, Kim S-Y, 2019. The penetration ability of calcium silicate root canal sealers into dentinal tubules compared to conventional resin-based sealer: a confocal laser scanning microscopy study. Materials, 12, 3, 531.

Kim YK, Grandini S, Ames JM, Gu L-s, Kim SK, Pashley DH, Gutmann JL, Tay FR, 2010. Critical review on methacrylate resin–based root canal sealers. Journal of endodontics, 36, 3, 383-99.

Koch K, Brave D, 2009. The increased use of bioceramics in endodontics. Dentaltown, 10, 39-43.

Kok D, Da Rosa RA, Barreto MS, Busanello FH, Santini MF, Pereira JR, Só MVR, 2014. Penetrability of AH plus and MTA fillapex after endodontic treatment and retreatment: A confocal laser scanning microscopy study. Microscopy research and technique, 77, 6, 467-71.

Kokkas AB, Boutsioukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK, 2004. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. Journal of endodontics, 30, 2, 100-2.

Kosti E, Lambrianidis T, Economides N, Neofitou C, 2006. Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni–Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. International endodontic journal, 39, 1, 48-54.

Kuçi A, Alaçam T, Yavaş Ö, Ergul-Ulger Z, Kayaoglu G, 2014. Sealer penetration into dentinal tubules in the presence or absence of smear layer: a confocal laser scanning microscopic study. Journal of endodontics, 40, 10, 1627-31.

Kuruvilla JR, Kamath MP, 1998. Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. Journal of endodontics, 24, 7, 472-6.

Kwak SW, Kim H-C, 2018. Comparison of the Frequency of Pain Occurrence by Using Different Calcium Hydroxide Pastes and Root Canal Sealers. The journal of the Korean dental association, 56, 5, 254-62.

Lai C-C, Huang F-M, Yang H-W, Chan Y, Huang M-S, Chou M-Y, Chang Y-C, 2001. Antimicrobial activity of four root canal sealers against endodontic pathogens. Clinical oral investigations, 5, 4, 236-9.

Langeland K, Olsson B, Pascon E, 1981. Biological evaluation of Hydron. Journal of endodontics, 7, 5, 196-204.

Lawson MS, Loushine B, Mai S, Weller RN, Pashley DH, Tay FR, Loushine RJ, 2008. Resistance of a 4-META–containing, methacrylate-based sealer to dislocation in root canals. Journal of endodontics, 34, 7, 833-7.

Lee JK, Kim S, Lee S, Kim H-C, Kim E, 2019. In vitro comparison of biocompatibility of calcium silicate-based root canal sealers. Materials, 12, 15, 2411.

Lee JK, Kwak SW, Ha J-H, Lee W, Kim H-C, 2017. Physicochemical properties of epoxy resin-based and bioceramic-based root canal sealers. Bioinorganic chemistry and applications, 2017.

Lee L, Lan W, Wang G, 1990. A evaluation of chlorhexidine as an endosonic irrigan. Journal of the Formosan Medical Association, 89, 6, 491-7.

Leonardo MR, da Silva LAB, Tanomaru Filho M, da Silva RS, 1999. Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 88, 2, 221-5.

Lindskog S, Piercs A, Blomiöf L, 1998. Ghlorhexidine as a root canal medicament for treating inflammatory lesions in the periodontal space. Dental Traumatology, 14, 4, 186-90.
Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J, Pashley DH, Tay F, 2011. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. Journal of dental research, 90, 8, 953-68.
Loel DA, 1975. Use of acid cleanser in endodontic therapy. The Journal of the American Dental Association, 90, 1, 148-51.
Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y, Gao Y, Yang Y, Zhang C, Haapasalo M, 2012. Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal from Oval Root Canals: A Micro–Computed Tomography Study. Journal of Endodontics, 38, 11, 1516-20.
Ma J, Wang Z, Shen Y, Haapasalo M, 2011. A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. Journal of endodontics, 37, 10, 1380-5.
Manhart MJ, 1982. The calcium hydroxide method of endodontic sealing. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, 54, 2, 219-24.
Mannocci F, Ferrari M, 1998. Apical seal of roots obturated with laterally condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent. Journal of Endodontics, 24, 1, 41-4.
Mauger MJ, Schindler WG, Walker III WA, 1998. An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. Journal of endodontics, 24, 9, 607-9.
McMichael GE, Primus CM, Opperman LA, 2016. Dentinal tubule penetration of tricalcium silicate sealers. Journal of endodontics, 42, 4, 632-6.
METZGER Z, BASRANI B, GOODIS HE, 2011. Instruments, materials, and devices. In: Cohen's Pathways of the Pulp. Eds: Elsevier, p. 223-82.
Mjör I, Smith M, Ferrari M, Mannocci F, 2001. The structure of dentine in the apical region of human teeth. International Endodontic Journal, 34, 5, 346-53.
Moon Y-M, Shon W-J, Baek S-H, Bae K-S, Kum K-Y, Lee W, 2010. Effect of final irrigation regimen on sealer penetration in curved root canals. Journal of endodontics, 36, 4, 732-6.
Moura-Netto C, Mello-Moura ACV, Palo RM, Prokopowitsch I, Pameijer CH, Marques MM, 2015. Adaptation and penetration of resin-based root canal sealers in root canals irradiated with high-intensity lasers. Journal of biomedical optics, 20, 3, 038002.
Murrin JR, Reader A, Foreman DW, Beck FM, Meyers WJ, 1985. Hydron versus gutta-percha and sealer: a study of endodontic leakage using the scanning electron microscope and energy-dispersive analysis. Journal of endodontics, 11, 3, 101-9.
Neelakantan P, Grotra D, Sharma S, 2013. Retreatability of 2 mineral trioxide aggregate–based root canal sealers: a cone-beam computed tomography analysis. Journal of endodontics, 39, 7, 893-6.
Ng YL, Mann V, Gulabivala K, 2011. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. International endodontic journal, 44, 7, 583-609.
Nielsen BA, Baumgartner JC, 2007. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. Journal of endodontics, 33, 5, 611-5.
Nikhil V, Bansal P, Sawani S, 2015. Effect of technique of sealer agitation on percentage and depth of MTA Fillapex sealer penetration: A comparative in-vitro study. Journal of conservative dentistry: JCD, 18, 2, 119.
Nunes VH, Silva RG, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT, 2008. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. Brazilian dental journal, 19, 1, 46-50.

Ogasawara T, Yoshimine Y, Yamamoto M, Akamine A, 2003. Biocompatibility of an experimental glass-ionomer cement sealer in rat mandibular bone. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 96, 4, 458-65.

Okabe T, Sakamoto M, Takeuchi H, Matsushima K, 2006. Effects of pH on mineralization ability of human dental pulp cells. Journal of endodontics, 32, 3, 198-201.

Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MS, del Carpio Perochena A, Vivan RR, Camargo EJ, Garcia RB, Bernardineli N, Gutmann JL, de Moraes IG, 2009. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 108, 3, 450-7.

ØRstavik D, 2005. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. Endodontic topics, 12, 1, 25-38.

Ørstavik D, Haapasalo M, 1990. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. Dental Traumatology, 6, 4, 142-9.

Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs JE, 2001. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. Dental materials, 17, 6, 512-9.

Osiri S, Banomyong D, Sattabanasuk V, Yanpiset K, 2018. Root reinforcement after obturation with calcium silicate–based sealer and modified gutta-percha cone. Journal of endodontics, 44, 12, 1843-8.

Oswald RJ, Cohn SA, 1975. Systemic distribution of lead from root canal fillings. Journal of endodontics, 1, 2, 59-63.

Parente J, Loushine R, Susin L, Gu L, Looney SW, Weller R, Pashley DH, Tay F, 2010. Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. International endodontic journal, 43, 11, 1001-12.

Parirokh M, Torabinejad M, Dummer P, 2018. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview–part I: vital pulp therapy. International endodontic journal, 51, 2, 177-205.

Park E, Shen Y, Haapasalo M, 2012. Irrigation of the apical root canal. Endodontic Topics, 27, 1, 54-73.

Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G, 2000. Microscopy investigations: techniques, results, limitations. Am. J. Dent, 13, 3D18D.

Piai GG, Duarte MAH, Nascimento ALd, Rosa RAd, Só MVR, Vivan RR, 2018. Penetrability of a new endodontic sealer: A confocal laser scanning microscopy evaluation. Microscopy research and technique, 81, 11, 1246-9.

Pinna L, Brackett MG, Lockwood PE, Huffman BP, Mai S, Cotti E, Dettori C, Pashley DH, Tay FR, 2008. In vitro cytotoxicity evaluation of a self-adhesive, methacrylate resin–based root canal sealer. Journal of Endodontics, 34, 9, 1085-8.

Rached-Junior F, Sousa-Neto M, Souza-Gabriel A, Duarte M, Silva-Sousa Y, 2014. Impact of remaining zinc oxide-eugenol–based sealer on the bond strength of a resinous sealer to dentine after root canal retreatment. International endodontic journal, 47, 5, 463-9.

Rahimi M, Jainaen A, Parashos P, Messer HH, 2009. Bonding of resin-based sealers to root dentin. Journal of endodontics, 35, 1, 121-4.

Ray H, Seltzer S, 1991. A new glass ionomer root canal sealer. Journal of endodontics, 17, 12, 598-603.

Resende L, Rached-Junior F, Versiani M, Souza-Gabriel A, Miranda C, Silva-Sousa Y, Sousa Neto M, 2009. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. International Endodontic Journal, 42, 9, 785-93.

Rickert U, Dixon C. The control of root surgery. Transactions of the 8th International Dental Congress, 1458.

Rôças IN, Siqueira Jr JF, 2010. Identification of bacteria enduring endodontic treatment procedures by a combined Reverse Transcriptase–Polymerase Chain reaction and Reverse-Capture Checkerboard approach. Journal of endodontics, 36, 1, 45-52.

Rosa RAd, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MAH, Só MVR, 2015. Micro-CT evaluation of root filling removal after three stages of retreatment procedure. Brazilian dental journal, 26, 6, 612-8.

Rosenthal S, Spångberg L, Safavi K, 2004. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 98, 4, 488-92.

Rödig T, Reicherts P, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M, 2014. Efficacy of reciprocating and rotary N i T i instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. International Endodontic Journal, 47, 10, 942-8.

Ruddle CJ, 2004. Nonsurgical retreatment. Journal of Endodontics, 30, 12, 827-45.

Russell A, Day M, 1993. Antibacterial activity of chlorhexidine. Journal of Hospital Infection, 25, 4, 229-38.

Russell A, Friedlander L, Chandler N, 2018. Sealer penetration and adaptation in root canals with the butterfly effect. Australian Endodontic Journal, 44, 3, 225-34.

Russell AA, Chandler NP, Hauman C, Siddiqui AY, Tompkins GR, 2013. The butterfly effect: an investigation of sectioned roots. Journal of endodontics, 39, 2, 208-10.

S.T. Well-Root, Manual, 03.03.2015, http://www.vericom.co.kr/english/product/index_.htm?&no=3&c_sub_no=. 2015. Erişim. Erişim adresi.

Saad AY, Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri NH, 2007. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. Journal of Endodontics, 33, 1, 38-41.

Sağlam BC, Koçak MM, Türker SA, Koçak S, 2014. Efficacy of different solvents in removing gutta-percha from curved root canals: a micro-computed tomography study. Australian Endodontic Journal, 40, 2, 76-80.

Santos J, Carrilho M, Tervahartiala T, Sorsa T, Breschi L, Mazzoni A, Pashley D, Tay F, Ferraz C, Tjäderhane L, 2009. Determination of matrix metalloproteinases in human radicular dentin. Journal of Endodontics, 35, 5, 686-9.

Santos LGP, Felippe WT, Souza BDM, Konrath AC, Cordeiro MMR, Felippe MCS, 2017. Radiographic and scanning electron microscopic assessment of root canal filling remnants after endodontic re-instrumentation. Brazilian Dental Science, 20, 1, 80-91.

Sardar KP, Khokhar NH, Siddiqui MI, 2007. Frequency of two canals in maxillary second premolar tooth. J Coll Physicians Surg Pak, 17, 12-4.

Savarino L, Cervellati M, Stea S, Cavedagna D, Donati M, Pizzoferrato A, Visentin M, 2000. In vitro investigation of aluminum and fluoride release from compomers, conventional and resin-modified glass-ionomer cements: a standardized approach. Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition, 11, 3, 289-300.

Schäfer E, Zandbiglari T, 2003. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. International endodontic journal, 36, 10, 660-9.

Schirrmeister JF, Wrbas K-T, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E, 2006. Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. Journal of Endodontics, 32, 5, 469-72.

Schirrmeister JF, Wrbas K-T, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E, 2006. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 101, 4, 542-7.

Schroeder A, 1981. Endodontics--science and Practice: A Textbook for Student and Practitioner, Quintessence Publishing Company, p.

Sen BH, Akdeniz BG, Denizci AA, 2000. The effect of ethylenediamine-tetraacetic acid on Candida albicans. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 90, 5, 651-5.

Shokouhinejad N, Sharifian MR, Aligholi M, Assadian H, Tabor RK, Nekoofar MH, 2010. The sealing ability of resilon and gutta-parcha following different smear layer removal methods: an ex vivo study. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 110, 1, e45-e9.

Silva E, Perez R, Valentim R, Belladonna F, De-Deus G, Lima I, Neves A, 2017. Dissolution, dislocation and dimensional changes of endodontic sealers after a solubility challenge: a micro-CT approach. International endodontic journal, 50, 4, 407-14.

Silva EJ, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BP, Zaia AA, 2013. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. Journal of endodontics, 39, 2, 274-7.

Silva EJNLd, Santos CC, Zaia AA, 2013. Long-term cytotoxic effects of contemporary root canal sealers. Journal of Applied Oral Science, 21, 1, 43-7.

Sim T, Knowles J, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K, 2001. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. International endodontic journal, 34, 2, 120-32.

Siqueira Jr JF, Favieri A, Gahyva SM, Moraes SR, Lima KC, Lopes HP, 2000. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. Journal of endodontics, 26, 5, 274-7.

Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G, 1997. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. International endodontic journal, 30, 5, 297-306.

Sonntag D, Ritter A, Burkhart A, Fischer J, Mondrzyk A, Ritter H, 2015. Experimental amine-epoxide sealer: a physicochemical study in comparison with AH Plus and EasySeal. International Endodontic Journal, 48, 8, 747-56.

Sousa-Neto M, Silva Coelho F, Marchesan M, Alfredo E, Silva-Sousa Y, 2005. Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er: YAG and Nd: YAG lasers. International endodontic journal, 38, 12, 866-70.

Standardization. IOf, (2001). ISO/6876 Standards. Specification for dental root canal sealing materials: ISO 6876. Geneva: International Organization for Standardization; 2001.

Stock C, 1985. Calcium hydroxide: root resorption and perio-endo lesions. British dental journal, 158, 9, 325-34.

Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M, 2010. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. Journal of endodontics, 36, 9, 1558-62.

Stoll R, Betke K, Stachniss V, 2005. The influence of different factors on the survival of root canal fillings: a 10-year retrospective study. Journal of endodontics, 31, 11, 783-90.

Stringheta CP, Pelegrine RA, Kato AS, Freire LG, Iglecias EF, Gavini G, da Silveira Bueno CE, 2017. Micro–computed Tomography versus the Cross-sectioning Method to Evaluate Dentin Defects Induced by Different Mechanized Instrumentation Techniques. Journal of endodontics, 43, 12, 2102-7.

Sungur DD, Purali N, Coşgun E, Calt S, 2016. Push-out bond strength and dentinal tubule penetration of different root canal sealers used with coated core materials. Restorative dentistry & endodontics, 41, 2, 114.

Şen B, Pişkin B, Baran N, 1996. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. International Endodontic Journal, 29, 1, 23-8.

Tamse A, Unger U, Metzger Z, Rosenberg M, 1986. Gutta-percha solvents—a comparative study. Journal of endodontics, 12, 8, 337-9.

Tay FR, Gu L-s, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, Arun SN, Kim J, Looney SW, Pashley DH, 2010. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. Journal of endodontics, 36, 4, 745-50.

Tay FR, Loushine RJ, Monticelli F, Weller RN, Breschi L, Ferrari M, Pashley DH, 2005. Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals. Journal of endodontics, 31, 9, 659-64.

Tay FR, Pashley DH, 2001. Aggressiveness of contemporary self-etching systems: I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. Dental Materials, 17, 4, 296-308.

Tay FR, Pashley DH, 2007. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. Journal of endodontics, 33, 4, 391-8.

Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson J, Leinfelder KF, Trope M, 2004. Dentinal bonding reaches the root canal system. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 16, 6, 348-54.

Tewari RK, Mishra SK, Sharma S, Kharade P, 2012. Nonsurgical Endodontic Retreatment: A Case of Dental Quackery. Int J Exper Dent Sci, 1, 1, 34-6.

Thomas JE, Sem DS, 2010. An in vitro spectroscopic analysis to determine whether para-chloroaniline is produced from mixing sodium hypochlorite and chlorhexidine. Journal of endodontics, 36, 2, 315-7.

Trivedi S, Chhabra S, Bansal A, Kukreja N, Mishra N, Trivedi A, Gill P, Kulkarni D, 2020. Evaluation of Sealing Ability of Three Root Canal Sealers: An In Vitro Study. The Journal of Contemporary Dental Practice, 21, 3, 291-5.

Tuncer AK, Ünal B, 2014. Comparison of sealer penetration using the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation. Journal of endodontics, 40, 5, 613-7.

Turkyilmaz A, Erdemir A, 2020. Comparison of dentin penetration ability of different root canal sealers used with different obturation methods. Microscopy Research and Technique, 83, 12, 1544-51.

Türker SA, Uzunoğlu E, Purali N, 2018. Evaluation of dentinal tubule penetration depth and push-out bond strength of AH 26, BioRoot RCS, and MTA Plus root canal sealers in presence or absence of smear layer. Journal of dental research, dental clinics, dental prospects, 12, 4, 294.

Tyagi S, Mishra P, Tyagi P, 2013. Evolution of root canal sealers: An insight story. European Journal of General Dentistry, 2, 3, 199.

ULUSOY Öİ, Nayir Y, Celik K, Yaman SD, 2014. Apical microleakage of different root canal sealers after use of maleic acid and EDTA as final irrigants. Brazilian oral research, 28, 1, 1-6.

Uzunoglu-Özyürek E, Erdoğan Ö, Türker SA, 2018. Effect of calcium hydroxide dressing on the dentinal tubule penetration of 2 different root canal sealers: a confocal laser scanning microscopic study. Journal of endodontics, 44, 6, 1018-23.

Uzunoglu E, Yilmaz Z, Sungur DD, Altundasar E, 2015. Retreatability of root canals obturated using gutta-percha with bioceramic, MTA and resin-based sealers. Iranian endodontic journal, 10, 2, 93.

Üreyen Kaya B, Keçeci A, Orhan H, Belli S, 2008. Micropush-out bond strengths of gutta-percha versus thermoplastic synthetic polymer-based systems–an ex vivo study. International endodontic journal, 41, 3, 211-8.

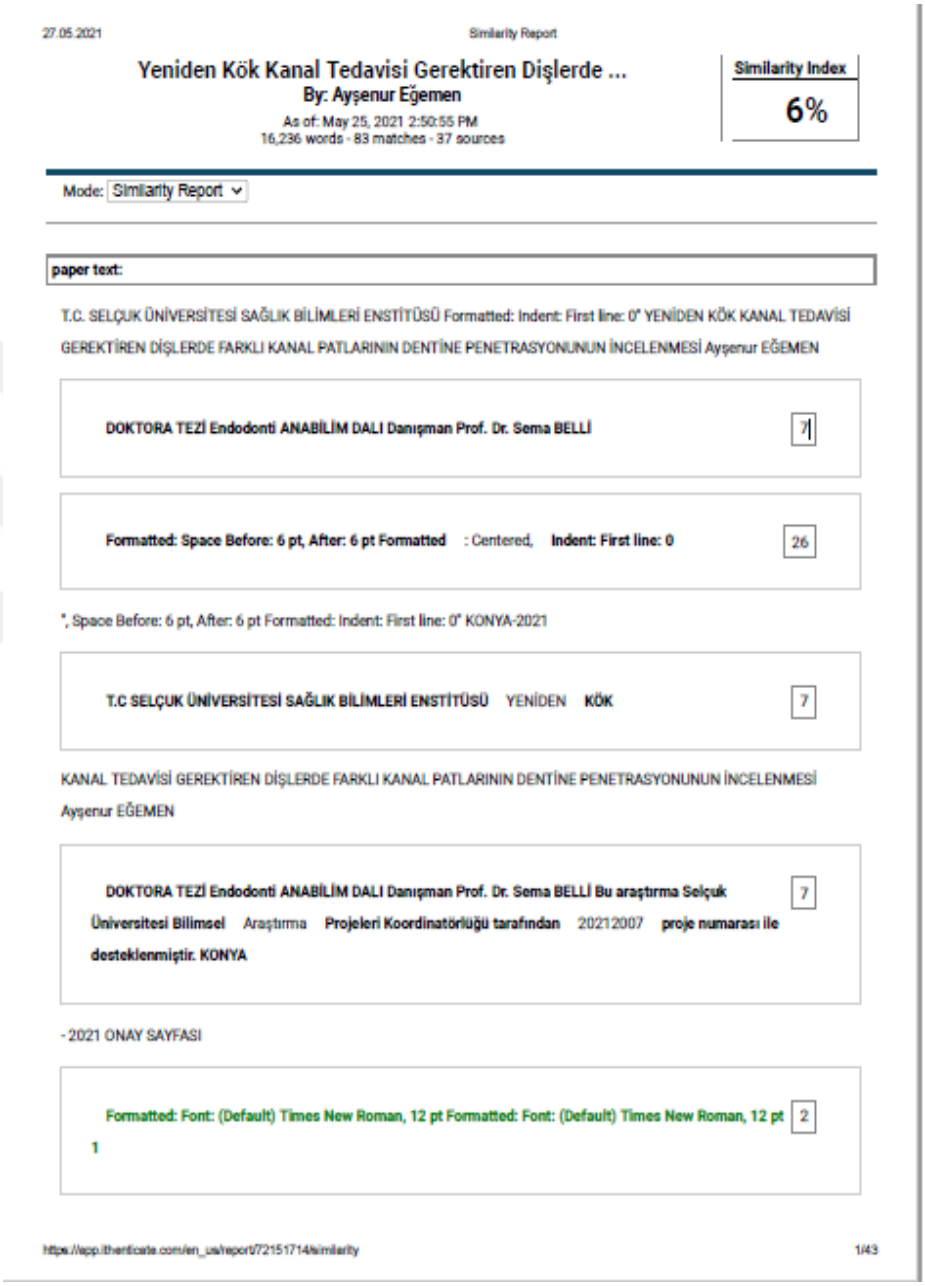
Vajrabhaya L-o, Sithisarn P, Wilairat P, Leelaphiwat S, 1997. Comparison between Sulphorhodamine-B dye staining and 51Cr-release method in cytotoxicity assay of endodontic sealers. Journal of endodontics, 23, 6, 355-7.

Van der Sluis L, Gambarini G, Wu M, Wesselink P, 2006. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the

apical root canal during passive ultrasonic irrigation. International endodontic journal, 39, 6, 472-6.
Vasileiadis L, Parisi K, Stavrianos C, Dagkalis P, Stavrianou I, Tatsis D, 2011. Translucent Root Dentine in Relationship to Increasing Age. Research Journal of Biological Sciences, 6, IKEEXREF-297610, 92-5.
Vasiliadis L, Darling A, Levers B, 1983. The amount and distribution of sclerotic human root dentine. Archives of Oral Biology, 28, 7, 645-9.
Vassiliadis LP, Sklavounos SA, Stavrianos CK, 1994. Depth of penetration and appearance of Grossman sealer in the dentinal tubules: an in vivo study. Journal of endodontics, 20, 8, 373-6.
Versiani M, Carvalho-Junior J, Padilha M, Lacey S, Pascon E, Sousa-Neto M, 2006. A comparative study of physicochemical properties of AH PlusTM and EpiphanyTM root canal sealants. International Endodontic Journal, 39, 6, 464-71.
Viapiana R, Flumignan D, Guerreiro-Tanomaru J, Camilleri J, Tanomaru-Filho M, 2014. Physicochemical and mechanical properties of zirconium oxide and niobium oxide modified P ortland cement-based experimental endodontic sealers. International endodontic journal, 47, 5, 437-48.
Violich D, Chandler N, 2010. The smear layer in endodontics–a review. International endodontic journal, 43, 1, 2-15.
Vitti RP, Prati C, Silva EJNL, Sinhoreti MAC, Zanchi CH, e Silva MGdS, Ogliari FA, Piva E, Gandolfi MG, 2013. Physical properties of MTA Fillapex sealer. Journal of endodontics, 39, 7, 915-8.
von Arx T, Steiner RG, Tay F, 2011. Apical surgery: endoscopic findings at the resection level of 168 consecutively treated roots. International endodontic journal, 44, 4, 290-302.
Wang Y, Liu S, Dong Y, 2018. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. Plos one, 13, 2, e0192248.
Wang Z, Shen Y, Haapasalo M, 2012. Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old Enterococcus faecalis biofilms in dentin canals. Journal of endodontics, 38, 10, 1376-9.
Weis MV, Parashos P, Messer H, 2004. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. International Endodontic Journal, 37, 10, 653-63.
Wennberg A, Ørstavik D, 1989. Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. Dental Traumatology, 5, 5, 234-7.
White RR, Goldman M, Lin PS, 1984. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. Journal of Endodontics, 10, 12, 558-62.
Whitworth J, 2005. Methods of filling root canals: principles and practices. Endodontic topics, 12, 1, 2-24.
Wilcox LR, 1989. Endodontic retreatment: ultrasonics and chloroform as the final step in reinstrumentation. Journal of Endodontics, 15, 3, 125-8.
Wilcox LR, Juhlin JJ, 1994. Endodontic retreatment of Thermafil versus laterally condensed gutta-percha. Journal of endodontics, 20, 3, 115-7.
Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B, 1987. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. Journal of Endodontics, 13, 9, 453-7.
Yang Q, Lu D, (2013). Premixed biological hydraulic cement paste composition and using the same, Google Patents.
Yoo JS, Chang S-W, Oh SR, Perinpanayagam H, Lim S-M, Yoo Y-J, Oh Y-R, Woo S-B, Han S-H, Zhu Q, 2014. Bacterial entombment by intratubular mineralization following

orthograde mineral trioxide aggregate obturation: a scanning electron microscopy study. International journal of oral science, 6, 4, 227-32.
Zehnder M, 2006. Root canal irrigants. Journal of endodontics, 32, 5, 389-98.
Zhang H, Shen Y, Ruse ND, Haapasalo M, 2009. Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against Enterococcus faecalis. Journal of endodontics, 35, 7, 1051-5.
Zhang W, Li Z, Peng B, 2009. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 107, 6, e79-e82.
Zhang X, Williams D, 2019. Definitions of biomaterials for the twenty-first century, Elsevier, p.
Zhou H-m, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y-f, Haapasalo M, 2013. Physical properties of 5 root canal sealers. Journal of endodontics, 39, 10, 1281-6.
Zmener O, Pameijer C, Banegas G, 2005. Effectiveness in cleaning oval-shaped root canals using Anatomic Endodontic Technology, ProFile and manual instrumentation: a scanning electron microscopic study. International Endodontic Journal, 38, 6, 356-63.
Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA, Vidueira M, Macchi RL, 2008. Significance of moist root canal dentin with the use of methacrylate-based endodontic sealers: an in vitro coronal dye leakage study. Journal of endodontics, 34, 1, 76-9.
Zuolo A, Mello Jr J, Cunha R, Zuolo M, Bueno C, 2013. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. International Endodontic Journal, 46, 10, 947-53.

7.2. EK-B Turnitin Benzerlik Programı Sonucu



27.05.2021 Similarity Report

Yeniden Kök Kanal Tedavisi Gerektiren Dişlerde ...
By: Ayşenur Eğemen
As of: May 25, 2021 2:50:55 PM
16,236 words - 83 matches - 37 sources

Similarity Index
6%

Mode: Similarity Report

paper text:

T.C. SELÇUK ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ Formatted: Indent: First line: 0" YENİDEN KÖK KANAL TEDAVİSİ GEREKTİREN DİŞLERDE FARKLI KANAL PATLARININ DENTİNE PENETRASYONUNUN İNCELENMESİ Ayşenur EĞEMEN

DOKTORA TEZİ Endodonti ANABİLİM DALI Danışman Prof. Dr. Sema BELLİ 7

Formatted: Space Before: 6 pt, After: 6 pt Formatted : Centered, Indent: First line: 0 26

", Space Before: 6 pt, After: 6 pt Formatted: Indent: First line: 0" KONYA-2021

T.C SELÇUK ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ YENİDEN KÖK 7

KANAL TEDAVİSİ GEREKTİREN DİŞLERDE FARKLI KANAL PATLARININ DENTİNE PENETRASYONUNUN İNCELENMESİ Ayşenur EĞEMEN

DOKTORA TEZİ Endodonti ANABİLİM DALI Danışman Prof. Dr. Sema BELLİ Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 20212007 proje numarası ile desteklenmiştir. KONYA 7

- 2021 ONAY SAYFASI

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt 2
1

https://app.ithenticate.com/en_us/report/72151714/similarity 1/43