

**GÜLSÜM KUTLU BASMACI**

**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.**

**DOKTORA TEZİ**

**İSTANBUL-2021**



**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(DOKTORA TEZİ)**

**SEANSLAR ARASINDA UYGULANAN KALSİYUM  
HİDROKSİT PREPARATLARININ KANAL  
DOLGUSUNUN KALİTESİ ÜZERİNDE ETKİLERİNİN  
İNCELENMESİ**

**GÜLSÜM KUTLU BASMACI**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. FARUK HAZNEDAROĞLU**

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA PROGRAMI**

**İSTANBUL-2021**

## TEZ ONAYI



**BEYAN**

Bu çalışmanın kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumları kaynak gösterdiğime ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarına ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Gölsüm Kutlu Basmacı



## İTHAF

Aileme ithaf ediyorum.



## TEŞEKKÜR

Öğrenciliğim ve doktora hayatım boyunca bana her konuda destek olan, yalnızca akademik alanda değil, hayata dair de pek çok şey öğreten değerli hocam **Prof. Dr. Faruk Haznedaroğlu'na**,

Tez izleme komitemde bulunan, bu süreçte bana yol gösteren İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi **Prof. Dr. Mustafa Demirci** ve İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi **Prof. Dr. Handan Ersev'e**,

Doktora eğitim sürecim boyunca tecrübelerini ve bilgilerini benden esirgemeyen İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'ndaki tüm hocalarıma,

Tez çalışmam süresince, konuyla ilgili her noktada bana yardımcı olan Prof. Dr. Hasan Oruçoğlu ve Dr. Zuhal Ulusoy'a,

Doktora eğitim sürecim boyunca birlikte yürüdüğüm çalışma arkadaşlarım Dr. Mustafa Pekmezci, Dr. Safa Armağan, Dr. Alper Can Topuz, Dr. Müjde Özgen ve Dt. Pelin Bozbulut'a,

İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'ndaki tüm asistan arkadaşlarım ve çalışanlarına,

Her konuda desteklerini hissettiğim aileme, kardeşim Merve Kutlu'ya,

Bu süreci benimle birlikte yaşayan ve bana her türlü destekte bulunan eşim Durul Erhan Basmacı'ya çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                    |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| TEZ ONAYI .....                                                    | İİ    |
| BEYAN.....                                                         | İİİ   |
| İTHAF.....                                                         | İVV   |
| TEŞEKKÜR.....                                                      | V     |
| İÇİNDEKİLER .....                                                  | Vİİ   |
| TABLolar LİSTESİ.....                                              | İXX   |
| GRAFİK, FOTOĞRAF VE RESİMLER LİSTESİ.....                          | X     |
| SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ .....                              | Xİİ   |
| ÖZET .....                                                         | Xİİİ  |
| ABSTRACT.....                                                      | Xİİİİ |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ.....                                              | 1     |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                                            | 3     |
| 2.1. Kök Kanallarının Enfeksiyonu .....                            | 3     |
| 2.1.1. Enfekte Kök Kanallarının Florası .....                      | 3     |
| 2.1.2. Pulpitisin Mikrobiyolojisi .....                            | 4     |
| 2.1.3. Kök Kanal Enfeksiyonunun Gelişme Aşamaları .....            | 5     |
| 2.1.4. Periapikal Enfeksiyonların Sonuçlanması .....               | 7     |
| 2.1.5. Kök Kanallarında Biyofim Tabakası Ve Önemi.....             | 8     |
| 2.2. Kök Kanal Tedavisinde Kanal İçi Medikasyon .....              | 9     |
| 2.2.1. Fenoller .....                                              | 10    |
| 2.2.2. Aldehitler .....                                            | 10    |
| 2.2.3. İyot bileşikleri .....                                      | 10    |
| 2.2.4. Klorheksidin.....                                           | 10    |
| 2.2.5. Kortikosteroidler .....                                     | 11    |
| 2.2.6. Antibiyotikler .....                                        | 11    |
| 2.2.7. Kalsiyum Hidroksit .....                                    | 11    |
| 2.2.8. Kalsiyum Hidroksitin Etki Mekanizmaları .....               | 15    |
| 2.2.9. Kalsiyum Hidroksitin Biyouyumluluğu.....                    | 18    |
| 2.3. Kök Kanallarında Apikal Sızdırmazlığın Önemi.....             | 18    |
| 2.4. Kalsiyum Hidroksitin Kök Kanallarından Uzaklaştırılması ..... | 20    |
| 2.4.1. Yıkama Solüsyonlarının Tek Başına Kullanılması.....         | 23    |

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.2. Yıkama Solüsyonları Ve Enstrümatasyonun Birlikte Kullanılması .....                                                | 23 |
| 2.4.3. Sonik ve Ultrasonik Sistemlerin Kullanılması.....                                                                  | 24 |
| 2.4.4. Kanal Fırçalarının Kullanılması.....                                                                               | 25 |
| 2.4.5. Negatif Basınç ile Yıkama .....                                                                                    | 25 |
| 2.4.6. Hidrodinamik Yıkama Sistemi.....                                                                                   | 26 |
| 2.4.7. Self-Adjusting File (SAF) Sisteminin Kullanılması .....                                                            | 26 |
| 2.4.8. Lazer Kullanımı .....                                                                                              | 26 |
| 2.5. Kök Kanallarında Mikrosızıntıyı Inceleyen Yöntemler .....                                                            | 27 |
| 2.5.1. Boya Sızıntı Yöntemi.....                                                                                          | 27 |
| 2.5.2. Bakteri Sızıntı Yöntemi .....                                                                                      | 28 |
| 2.5.3. Sıkıştırılmış Hava Yöntemi.....                                                                                    | 29 |
| 2.5.4. Elektrokimyasal Yöntem.....                                                                                        | 29 |
| 2.5.5. Radyoizotop Yöntemi .....                                                                                          | 30 |
| 2.5.6. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi .....                                                                   | 30 |
| 2.5.7. Glikoz Penetrasyon Yöntemi .....                                                                                   | 31 |
| 2.5.8. Sıvı Filtrasyon Yöntemi .....                                                                                      | 31 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM.....                                                                                                   | 33 |
| 3.1. Kök Kanallarının Hazırlanması .....                                                                                  | 34 |
| 3.2. Kalsiyum Hidroksit Preparatlarının Kök Kanallarına Yerleştirilmesi.....                                              | 35 |
| 3.2.1. Kullanıma Hazır Enjekte Edilebilir Kalsiyum Hidroksit Preparatlarının Kök Kanallarına Yerleştirilmesi .....        | 35 |
| 3.2.2. Toz Formunda Saf Kalsiyum Hidroksit Preparatlarının Likit Ile Karıştırılarak Kök Kanallarına Yerleştirilmesi ..... | 36 |
| 3.3. Deney Gruplarının Dağılımı .....                                                                                     | 37 |
| 3.4. Kök Kanallarının Doldurulması.....                                                                                   | 39 |
| 3.5. Bilgisayarlı Sıvı Filtrasyon Cihazı ile Apikal Mikrosızıntının Değerlendirilmesi 40                                  |    |
| 3.6. Örneklerin Sıvı Filtrasyon Ölçüm Düzenine Göre Hazırlanması .....                                                    | 41 |
| 3.7. Örneklerin Sıvı Filtrasyon Düzenine Bağlanması.....                                                                  | 42 |
| 3.8. Bilgisayar Kontrollü Lazerli Ölçüm Sistemi .....                                                                     | 43 |
| 3.9. Sıvı Filtrasyon Düzeninden Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi.....                                              | 44 |
| 3.10. İstatistiksel Analiz.....                                                                                           | 45 |
| 4. BULGULAR.....                                                                                                          | 46 |
| 5. TARTIŞMA .....                                                                                                         | 52 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 6. SONUÇLAR.....                | 64 |
| KAYNAKLAR .....                 | 65 |
| ETİK KURUL KARARI.....          | 86 |
| İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI..... | 87 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                   | 88 |



**TABLolar LİSTESİ**

|                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 3. 1: Deney gruplarının dağılımı .....                                                                                                                        | 37 |
| Tablo 3. 2: Sıvı filtrasyon deneyinde kullanılan formülün açılımı .....                                                                                             | 45 |
| Tablo 4. 1: Deney ve kontrol gruplarında yapılan sıvı filtrasyon ölçümlerinin ortalama, standart sapma ve medyan değerleri ile istatistiksel analiz sonuçları ..... | 47 |
| Tablo 4. 2: Betimleyici istatistik verileri (apikal sızıntı) .....                                                                                                  | 50 |
| Tablo 4. 3: Gruplar arası istatistik verileri (Sarı ile işaretli veriler istatistiksel anlamlılık göstermektedir) .....                                             | 50 |



## GRAFİK, FOTOĞRAF VE RESİMLER LİSTESİ

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafik 4. 1: İrrigasyon iğnesine ait alt gruplar ile kontrol grubunun apikal sızıntı miktarlarının grafiksel görünümü ..... | 48 |
| Grafik 4. 2: EDDY grubuna ait alt gruplar ile kontrol grubunun apikal sızıntı miktarlarının grafiksel görünümü .....        | 48 |
| Grafik 4. 3: PUI grubuna ait alt gruplar ile kontrol grubunun apikal sızıntı miktarlarının grafiksel görünümü .....         | 49 |
| Grafik 4. 4: Deney gruplarının apikal sızıntı miktarlarının grafiksel görünümü.....                                         | 51 |
|                                                                                                                             |    |
| Fotoğraf 3. 1: Dişlerin bukkal-lingual ve mesio-distal yönden alınmış radyografileri .....                                  | 34 |
| Fotoğraf 3. 2: Enjektabl kalsiyum hidroksit yerleştirilen örneğe ait radyografiler .....                                    | 36 |
| Fotoğraf 3. 3: Toz-likit formunda kalsiyum hidroksit yerleştirilen örneğe ait radyografiler.....                            | 37 |
| Fotoğraf 3. 4: Örneklerin nemli ortamda muhafaza edilmesi .....                                                             | 40 |
| Fotoğraf 3. 5: Bilgisayarlı sıvı filtrasyon ölçüm düzeneği .....                                                            | 41 |
| Fotoğraf 3. 6: Örneklerin plastik borulara siyanoakrilat ile sabitlenmesi.....                                              | 42 |
|                                                                                                                             |    |
| Resim 3. 1: Bilgisayar destekli sıvı filtrasyon tekniği ile apikal mikrosızıntı ölçüm düzeneğinin şematik görünümü .....    | 43 |
| Resim 3. 2: Sıvı Filtrasyon Programı ara yüzü .....                                                                         | 44 |

**SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ**

%: Yüzde

dk: Dakika

rpm: Rotation per Minute ( Dakikadaki devir sayısı)

mm: Milimetre

ml: Mililitre

no: Numara

MAF: Master Apical File ( Apikal şekillendirmede son eğe)

EDTA: Etilendiamin tetraasetik asit

Ni-Ti: Nikel Titanyum

NaOCl: Sodyum Hipoklorit

CaO: Kalsiyum Oksit

CH: Kalsiyum Hidroksit

PUI: Passive Ultrasonic Irrigation ( Pasif Ultrasonik İrrigasyon)

PIPS: Photon Initiated Photoacoustic Streaming ( Lazer İrrigasyon)

SEM: Scanning Electron Microscope ( Taramalı Elektron Mikroskobu)

## ÖZET

Kutlu Basmacı, G. (2021). Seanslar arasında kullanılan kalsiyum hidroksit preparatlarının kök kanal dolgusunun kalitesi üzerindeki etkisinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Enfekte kök kanallarında mikroorganizmalar, yalnızca kök kanal boşluğunda değil, istmuslar, yan kanallar ve dentin kanalcıklarında da bulunurlar. Kemomekanik preparasyon tekniklerindeki önemli gelişmelere rağmen, bunların tümüyle eliminasyonu mümkün olmayabilir. Bu nedenle de, enfekte kök kanallarında dezenfeksiyon amacıyla, seanslar arasında kök kanallarına kalsiyum hidroksit gibi bir kanal içi medikament uygulaması gerekebilir.

Kanal içi uygulanan kalsiyum hidroksitin daimi kanal dolgusunun dentin duvarlarına adaptasyonunu bozarak apikal sızıntıya neden olmaması için; CH'in, dolum öncesinde kök kanallarından tamamen uzaklaştırılması gerektiği bildirilmiştir. Bu amaçla çeşitli irrigasyon + aktivasyon yöntemleri önerilmiştir.

Bu çalışmanın amacı; iki farklı kalsiyum hidroksit preparatı uygulanan dişlerde, kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması amacıyla kullanılan; geleneksel şırınga yıkaması, pasif ultrasonik irrigasyon (PUI) ve EDDY gibi yöntemlerle yapılan yıkamanın, sonradan yapılan kanal dolgusunun apikal sızdırmazlığı üzerindeki etkisini "Bilgisayarlı Sıvı Filtrasyon" yöntemiyle değerlendirmektir.

Sonuçta, CH kullanımı mikrosızıntının artmasına neden olmuştur. CH formları arasında bir fark bulunmamıştır. CH uygulanmayan kontrol grubuna en yakın ve en az mikrosızıntı EDDY grubunda görülürken, bunu sırasıyla, PUI ve şırıngayla yıkama yapılan grup izlemiştir.

Anahtar Kelimeler : Kalsiyum hidroksit, Bilgisayarlı sıvı filtrasyon, PUI, EDDY, apikal sızıntı.

## ABSTRACT

Kutlu Basmacı G., (2021). Investigation of the effect of calcium hydroxide medicaments used between sessions on the quality of root canal filling. İstanbul University, Institute of Health Science, Department of Endodontics. PhD Thesis. İstanbul.

In infected root canals, microorganisms invade not only the root canal space, but also the isthmus, lateral canals, and dentinal tubules. Despite significant advances in chemomechanical preparation techniques, their complete elimination may not be possible. Therefore, it may be necessary to apply an intracanal medicament such as calcium hydroxide to the root canals between sessions for disinfection in infected root canals.

It has been reported that CH should be completely removed from the root canals prior to filling so that it does not adversely affect the adhesion of the canal filling and thus its apical sealing. For this purpose, various irrigation and irrigation activation methods have been proposed.

The aim of this study, to evaluate the effect of three different irrigation methods such as conventional syringe irrigation, passive ultrasonic irrigation (PUI) and EDDY to remove two different types of CH from root canals, on the apical sealing of the canal filling made afterwards, with the "Computerized Liquid Filtration" method.

As a result, the use of CH resulted in increased microleakage. There was no difference between the CH forms. The least microleakage and closest to the control group which the teeth were not treated with CH, was seen in the EDDY group, followed by the PUI and syringe irrigation group, respectively.

Key Words: Calcium hydroxide, Computerized fluid filtration, PUI, EDDY, apical leakage.

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kök kanallarında bakterilerin pulpa dokusuna ulaşmasıyla enfeksiyon başlar ve oldukça karmaşık bir kanal mikroflorası oluşur. Kök kanal enfeksiyonu ilerleyerek periapikal dokularda iltihabi bir yanıtı neden olur. Bunun sonucunda da periapikal lezyon gelişimi başlar (Sundqvist 1976). Dişlerin son derece karmaşık bir anatomik yapıya sahip olmaları nedeniyle, özenli bir mekanik temizlik ve etkili bir yıkama yapılsa bile, enfekte olmuş kök kanal boşluğundaki mikroorganizmaları tek seansta elimine edilmesi oldukça güçtür (Peters 2014). Bu nedenle de böyle olgularda tedavinin en az iki seansta yapılması öngörülmüştür. Çok seanslı kök kanal tedavisinde amaç, enfekte olmuş kök kanallarına, seanslar arasında antimikrobiyal bir medikament uygulanarak, uzaklaştırılamamış olan mikroorganizmaların elimine edilmesidir (Byström, Claesson, ve Sundqvist 1985). Kalsiyum hidroksit ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) endodontide en sık kullanılan kanal içi medikamenttir (SJOGREN U. 1985). Kalsiyum hidroksit'in antibakteriyel etkinliği, alkalen pH'ı ve hidroksil iyonlarına ayrışmasıyla bağlantılıdır (Stanley ve Pameijer 1985).

Kök kanal dolgusu yapılmadan önce, kanallara yerleştirilen kalsiyum hidroksitin kök kanalından tamamen uzaklaştırılması gerektiği bildirilmiştir (Sokhi vd. 2017; Nasab Mobarakeh vd. 2020; Böttcher vd. 2010). Kök kanallarından uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksitin, dentin tübüllerinin ağzını tıkayarak kanal patının kök duvarlarına penetrasyonunu engelleyerek apikal sızıntıya neden olabileceği bildirilmiştir (Sokhi vd. 2017; Holland vd. 1995; Porkaew vd. 1990).

Uzun süreyle kullanılan kalsiyum hidroksitin dentin kolajeni üzerinde yıkıcı etki göstererek dişi kırılğan hale de getirebilmektedir (Batur, Erdemir, ve Sancakli 2013). Kök kanallarından uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksitin mekanik olarak apikal bölgeye taşınabileceği gibi kuvvetle dentin tübüllerine itilerek kanal patının bu bölgelere penetrasyonunu engelleyebildiği bilinmektedir (Holland vd. 1995). Bu nedenle kök kanal dolgusundan önce kalsiyum hidroksitin kök kanalından etkin bir şekilde uzaklaştırılması gerekmektedir.

Kalsiyum hidroksitin kök kanallarından uzaklaştırılması ile ilgili pek çok yöntem önerilmiştir. Bunlar arasında; yalnızca yıkama solüsyonlarının kullanımı (T. Rödig vd. 2010), enstrümantasyon ve yıkama solüsyonlarının birlikte kullanılması (Sokhi vd. 2017), lazer kullanımı (Eymirli vd. 2017), sonik (Endoactivator vb.)

(Wiseman vd. 2011) ve pasif ultrasonik yöntem (Van Der Sluis, Wu, ve Wesselink 2007), kanal fırçaları (Topçuoğlu vd. 2015) ve döner alet sistemlerinin (Kuga vd. 2010) kullanılması gibi yöntemler sayılabilir. Ancak yapılan çalışmalar bu yöntemlerin bir çoğunun özellikle karmaşık anatomiye sahip kök kanallarında yetersiz kalabildiğini göstermiştir.

Bu çalışmanın amacı; iki farklı kalsiyum hidroksit preparatı uygulanan dişlerde, kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması amacıyla kullanılan; geleneksel şırınga yıkaması, pasif ultrasonik irrigasyon (PUI) ve EDDY gibi yöntemlerle yapılan yıkamanın, sonradan yapılan kanal dolgusunun apikal sızdırmazlığı üzerindeki etkisini “Bilgisayarlı Sıvı Filtrasyon” yöntemiyle değerlendirmektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kök Kanallarının Enfeksiyonu

Pulpa enfekte olduğunda karmaşık bir kanal mikroflorası oluşur ve bunu takiben periapikal bölgede kemik lezyonu gelişir (Sundqvist 1976).

Kök kanal enfeksiyonunun tek seansta elimine edilmesi oldukça zordur. Bu sebeple, nekrotik pulpalı bir dişin endodontik tedavisinin en az iki seansta yapılması önerilmektedir. Bu çok seanslı tedavilerde, kök kanallarına antimikrobiyal ajan yerleştirilerek, kalan bakterilerin seanslar arasında ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır (Byström vd., 1985; Byström & Sundqvist, 1985).

#### 2.1.1. Enfekte Kök Kanallarının Florası

Vücut üzerindeki herhangi bir dokuda yaşayan tüm mikroorganizma topluluğuna flora adı verilir. Ancak kan gibi steril olan dokularda floradan bahsetmek mümkün değildir. Canlı, problemsiz ve kapalı bir doku olan pulpanın florası yoktur (Sundqvist 1994). Ancak mikroorganizmaların dokuya girmesiyle enfekte kök kanallarının florasından bahsetmek mümkündür (MILLER 1891). Bu flora ise ağız florasının herhangi bir kombinasyonundan oluşabilmektedir.

Bir flora içerisinde hangi bakterilerin yerleşeceğine dair oluşan koşullara o floranın ekolojik determinantı denir (Alaçam 2000). Enfekte kök kanalının ekolojik determinantları ise şunlardır:

- **Durmuş kan dolaşımı:** Pulpitisin geç döneminde ortaya çıkar ve bakterilerin steril olan pulpa dokusuna girmesiyle devam eder. Pulpanın beslenmesinin bozulmasıyla nekrotik ve lokalize apseler görülmeye başlanır (Aydin 2015).
- **Nekrotik pulpa dokusu:** Bakterilerin besin ve enerji kaynağıdır (Aydin 2015).
- **Dentin lenfi:** Dentin kanalcıklarının içerisinde bulunan bu lenf sıvısı bakterilerin erken dönemindeki besin kaynağıdır (Aydin 2015).
- **Retantif dentin yüzeyi ve kanal duvarına adaptasyon:** Bakterilerin konak yüzeyine tutunmasına adezyon, konak yüzeyinin tutuculuk özelliğine ise aderans denir. Dentin yüzeyi ağız içerisinde bulunan bakterilerin pek çoğu için iyi bir aderans özelliği göstermektedir (Aydin 2015).

- **Redoks reaksiyonları:** Kök kanalının enfekte olmasıyla ortamdaki oksijen eksikliğine bağlı olarak kök kanalı içerisindeki iyonların değişmesiyle ortaya çıkan reaksiyonlara denir. Bazı bakterilerin bu reaksiyonlar sebebiyle kök kanalı içerisine yerleşmesine sebep olur (Aydin 2015).
- **Kanal içerisindeki serum varlığı:** Kapalı kök kanal sistemine periapikal dokudan serum sızmasıyla bakteriler besin kaynağını elde etmiş olur. Bakteriler serum içerisindeki proteinlerden beslenir. Bu nedenle enfekte kök kanal florasında proteinleri parçalayan bakterilerden bahsetmek mümkündür (Aydin 2015).
- **Konak yanıtının eksikliği:** Kök kanalının kapalı ve dolaşımdan mahrum dokusu sebebiyle bakterileri elimine etmede immün yanıtı faydalanılamaz (Aydin 2015).
- **Koşulların devamlılığı:** Kök kanalı enfeksiyonunun kendi kendine iyileşmesi imkansızdır. Tedavi sağlanmadığı sürece mikroorganizmalar varlığını sürdürecektir (Aydin 2015).

Kök kanal patojenleri kendi aralarında bir metabolik işbirliği içerisinde (Aydin 2015). Bu durum da kök kanalı tedavisinde iyi bilinen ve tanımlanan bakterilerle mücadele edilmesi demektir.

### 2.1.2. Pulpitisin Mikrobiyolojisi

Pulpaya ilk ulaşan bakteriler streptokoklardır, ancak tek başına streptokokların periapikal lezyona sebep olmadığı Sundqvist'in 1994 yılında farelerin steril pulpasına izole edilmiş streptokokları yerleştirerek herhangi bir lezyona sebep olmadığını kanıtlamasıyla anlaşılmıştır (Sundqvist 1994). Periapikal lezyonun gelişmesinde florada streptokok dışında başka mikroorganizmaların da gerekliliğini ortaya koymuştur.

Pulpitisin akut evresinde görülen bakteriler sakkorilitiktir. Bu aşamada florada *Bacteroides* ve *Streptococcus* genusunun üyeleri egemendir (J. F. J. Siqueira ve Rôças 2009).

Bakteriler kuron pulpasından kök pulpasına doğru çeperden merkeze doğru ilerler. Kök kanallarındaki vital pulpa dokusu tamamen nekroz olduğunda kuron pulpasında anaerob bir ekoloji gelişmeye başlar (Marjut Sakko 2016). Ortamdaki

karbonhidratların tükenmesiyle lipopolisakkaritler ve glikolipitler bakterilerin başlıca besin kaynağı olmaya başlar. Bu dönemde en baskın görülen bakteri *Prevotella* genusuna aittir (José F. Siqueira ve Rôças 2014).

Pulpitisin son evresinde artık bakterilerin sindirebilecekleri herhangi bir doku kalmadığı için ağrı yok olur. Bu aşamada diş artık periapikal lezyonlu kabul edilebilir. Bakterilerin çeşitliliği azalır. Anaerobik bakteriler toplam floranın %24,3'ünü oluştururken Gram negatif bakteriler de %24 oranında görülmektedir (Stashenko vd. 1994). Bu noktada tedavi edilmeyen kök kanalında bakteriler birbiriyle orantılı olarak yüzdelerini korurlar. Ortamdaki anaerobik bakterilerin oranında ciddi bir artış yaşanır. *E. faecalis* de anaerobik bir bakteri olup sakkorilitik olmasına rağmen bu aşamada dentin proteinlerini besin ihtiyacını karşılamak üzere kullanabilir (Park vd. 2015).

### 2.1.3. Kök Kanal Enfeksiyonunun Gelişme Aşamaları

Pulpitisin geliştiği ilk dönemlerde pulpa dokusunun kan akımı artar. Bu artışı karşılamak amacıyla periapikal bölgedeki kapillerler genişleyerek iltihap hücrelerinin bu bölgeye infiltre olmasına imkan sağlanmış olur. Bu noktada periapikal iltihap erken evrededir ve dokular hala steril halde bulunur (J. F. J. Siqueira ve Rôças 2005). Periapikal dokuların bu aşamada iltihabi tepki vermesi nörojenik iltihap ile ilişkilendirilir (Aydin 2015). Periapikal dokuların bu cevabı pulpa bağ dokusunun salgıladığı nörojenik iltihap mediyatörlerinin sebep olduğu otonom bir reflekstir. Bakteriyel ürünlerin periapikal bölgeye infiltrasyonu ile immün sistemi uyaran faktörler artık kimyasaldır (Aydin 2015).

Kanal pulpasının bakteriler tarafından istila edilmesinden günler sonra periapikal bölgedeki basınç ile kök kanal boşluğundaki sıvının basıncı eşit hale gelir. Bu noktada bu iki bölge arasındaki sıvı değişimi durur (Gomes ve Herrera 2018). İki bölgenin de basıncı ağız boşluğuna göre yüksek olmakla beraber birbiriyle aynıdır. Ancak periapikal bölgedeki lenf drenajıyla basıncın azalmasını takiben kanal boşluğundan bu bölgeye sıvı trafiği tekrar başlar. Bu noktada kök kanal boşluğundaki bakterilerin sayısı ve çeşitliliği azalır (Gomes ve Herrera 2018).

*Actinomyces israelii* ve *Propionibacterium propionicum* gibi bakteri türleri bu noktada periapikal bölgede ortaya çıkarlar. Bu bakteriler apse oluşturma özelliğine sahiptir (Marjut Sakko 2016).

Periapikal lezyonun oluşması için ana etken bakteri ürünlerinin periapikal bölgeye infiltre olmasıdır. Kök kanalından periapikal dokuya sızan bu ürünler üç farklı tepkimeye sebep olurlar:

1. Periapikal bölgede irritasyon oluşumuna sebep olurlar. Oluşan irritasyon mekanik basınç ve kimyasal irritasyon olmak üzere iki çeşittir. Sonuç itibariyle periapikal dokularda prostoglandin ve araşidonik asit gibi kimyasalların sentezine yol açarlar. Bu kimyasallar sonraki aşamada osteoklastik aktiviteyi indükleyerek kemik yıkımına neden olurlar (Aydin 2015).
2. Periapikal bölgedeki herhangi bir kemik boşluğunun içerisine girerek bu boşluğun genişlemesine sebep olurlar (Aydin 2015).
3. Periapikal dokulardaki herhangi bir loca varsa ve bakteri ürünleri ile tamamen dolmuşsa tekrar kök kanal boşluğuna infiltre olurlar (Aydin 2015).

Periapikal enfeksiyonun kronikleşmesiyle apikal bölgedeki sıvı geçişi iki yönlü gerçekleşir:

- Kök kanalından periapikal bölgeye sızıntı

Kök kanallarından periapikal bölgeye sızan üç yapı vardır.

- ❖ Litik pulpa: kök kanalı içerisindeki bakterilerin pulpayı eritmesiyle ortaya çıkan bu yapı artık yabancı bir madde olarak algılanarak kök kanalından dışarı itilir ve periapikal bölgede immün yanıt oluşturur (Aydin 2015).
- ❖ Ölü savunma hücreleri: Pulpada kan akımı devam ederken bölgeye gelmiş olan savunma hücrelerinden özellikle fagositik hücreler bakteriler tarafından parçalanarak sahip oldukları litik enzimleri açığa çıkarırlar. Bu yapılar eksudin, lökopenik faktör, lökotoxin, nekrosin, lökosit promoting faktör ve pireksin olup, iltihabı arttırıcı özelliktedirler (Aydin 2015).
- ❖ Bakteriyel ürünler: Kanaldan periapikale sızan bakteriyel ürünler sayıları oldukça fazla olup bakteri toksin ve enzimlerini içeren bakteri gövdesini genel anlamda antijenik kabul etmek daha doğru olacaktır (Aydin 2015).

- Periapikal bölgeden kök kanalına sızıntı: Bu sızıntının içeriği, kök kanalından periapikale gelip geri dönen yapılar dışında ölü savunma hücreleri ve serumdan oluşur. Bu sızıntı özellikle pulpası kapalı olan kronik periapikal enfeksiyonlarda kök kanalı içerisindeki bakterilerin besin kaynağı olan serum ve ölü savunma hücrelerini taşımasıdır (Aydin 2015).

#### 2.1.4. Periapikal Enfeksiyonların Sonuçlanması

Periapikal lezyonların nasıl ilerleyeceğini immün sistem belirlemektedir. Benzer bakterilerin oluşturduğu periapikal lezyonlar bir bireyde kronikleşirken, diğer bireyde yayılım gösterip daha ciddi sonuçlar doğurabilir. Periapikal lezyonların şekillenmesi T ve B hücrelerinin aracı olduğu immün cevabın sonucunda gerçekleşmektedir (Teles, R. vd. , 1997). Savunma sisteminin yetersiz olduğu noktalarda en basit bir enfeksiyon bile ciddi tablolalara yol açabilmektedir. Periapikal enfeksiyonlar genel anlamda birkaç farklı akıbetle ilerleyebilir:

1. Semptomsuz kalabilir: Herhangi bir klinik şikayet yaratmadan adeta uyur halde kalabilir. Çevresinde Tip 4 aşırı duyarlılık reaksiyonu devam etse de durum subklinik olarak seyreder (Aydin 2015).
2. Dejenere olabilir: Osteoklastik aktiviteyi tetikleyen etmen aynı zamanda osteoblastik aktiviteyi de tetikleyerek bu iki reaksiyonda bazı durumlarda osteoblastik aktivite üstün gelerek bölgede osteogenez oluşmasına sebep olabilir. Bu durumda kronik fokal skleroze osteomyelitis (condensing osteitis) gelişir (Aydin 2015). Yapılan bir çalışmada bu oluşumların %85'inin alt çene büyük azılarında oluştuğunu gözlemlemiş, bu olguların da %50'sinin 30 yaş altı hastalarda görüldüğünü belirtmişlerdir (Douglass ve Trowbridge 1993).
3. Kanal tedavisi ile iyileşebilir. Özenli ve prensiplere uyarak yapılan bir kök kanal tedavisinden sonra iyileşmeyen periapikal patoloji hemen hemen yok gibidir (Aydin 2015).
4. Yayılım gösterebilir: Periapikal enfeksiyon apseleşerek komşu anatomik bölgelere yayılım gösterebilir. Yumuşak dokulara yayılım gösteren periapikal enfeksiyonlar daha ciddi bir tablo yaratmaktadır (W P Holbrook 1991).

### 2.1.5. Kök Kanallarında Biyofim Tabakası Ve Önemi

Mikroorganizmaların herhangi bir yüzeye yapışık halde bulunması ve ince bir tabaka meydana getirmesiyle oluşan yapıya biyofilm denir (Ünver 2015). Bu tabakanın oluşabilmesi için bir sıvı ortamında planktonik yapıda bulunan bakterilerin bir yüzeye tutunması gerekmektedir (Bowden ve Hamilton 1998). Ortamdaki mikroorganizmaların salgıladığı protein ve polisakkarit yapılar bakterilerin biyofilm tabakası oluşturmaları için yüzey adezyonunda önemli bir role sahiptir. Yüzeye tutunmanın başlamasıyla farklı pek çok bakteri de bu adezyon mekanizmasına katılmaktadır. Mikroorganizmaların bu hareketiyle oluşan biyofilm tabakasının en önemli avantajı planktonik halde konak savunmasından etkilenen bakterilerin bu tabaka içerisinde çok daha dirençli hale gelip, konakta canlılıklarını sürdürebilmeleridir (Costerton, Stewart, ve Greenberg 1999).

1987 yılında Nair, çekilmiş dişlerde yaptığı bir çalışmada kök kanalları boyunca ekstrasellüler matriksin içerisine gömülmüş olan rod ve kok hücreleri gözlemleyerek biyofilm tabakasını tespit etmiştir (Ramachandran Nair 1987). Nair ve ark., kök kanal tedavileri yapılmış alt çene büyük azı dişlerinde yaptıkları bu çalışmada biyofilm tabakasının kök kanal boşluğunda ulaşılabilen alanlarda görüldüğünü belirtmişlerdir (Nair vd. 2005).

Kök kanal boşluğunda biyofilm tabakasının oluşması için gerekli koşullar pulpanın nekroze olma sebebine bağlı olarak değişebilir. Özellikle pulpanın çürüğe bağlı olarak nekroze olduğu durumlarda koronalden apikale uzanan inflamatuvar lezyon, kök kanal boşluğundaki mikroorganizmaların çoğalmasına ve kök kanal duvarlarına adezyonunu sağlayan sıvı akışına neden olmaktadır (Svensäter G 2004).

İyi yapılmış olmasına rağmen başarısız olan pek çok endodontik tedavi görmüş vakalarda en önemli başarısızlık sebeplerinden biri kök kanal sisteminin apikal bölgesinde bulunan inatçı mikroorganizmalardır (Ricucci ve Siqueira 2010). Kök kanal boşluğunda bulunan farklı anatomik yapılar kök kanal tedavisi prosedürlerinden etkilenmeyip başarısızlığa sebep olabilmektedir (O. A. Peters 2014). Kök kanal tedavisinden sonra ortamdaki besinin kesilmesiyle bakterilerin canlılığının sonra ermesi beklenir. Ancak bazı bakteri türleri biyofilm formunda bu duruma direnç geliştirerek göreceli olarak ortamda canlılığını sürdürmeye devam edebilmektedir (Tandra Das ve Pradeep 2016). Noiri ve arkadaşlarının elektron mikroskopu kullanarak yaptığı bir çalışmada, cerrahi yöntemle çekilen dişlerin apikal bölgeleri, yüzeyleri ve retreatment

yöntemiyle veya apikal cerrahi ile çıkarılan gutta perka uçları incelenmiş ve incelenen 11 örnekten 9'unda ekstrasradiküler biyofilmin varlığı görülmüştür (Noiri vd. 2002).

Yapılan bir başka çalışmada direnç gösteren periapikal endodontik lezyonların floralarının belirlenmesi hedeflenerek 36 örnek incelenmiştir. Bu örneklerin 35 tanesinde mikrobiyal büyüme izlenmiştir. 33 örnekte polimikrobiyal türler belirlenmişken yalnızca 2 örnekte tek bakteriyel tür görülmüştür (Sunde vd. 2002).

Yapılan tüm bu çalışmalar kök kanal sisteminde tedaviye dirençli bir biyofilm tabakasının varlığını göstermektedir. Bu nedenle çalışmacılar bu biyofilm tabakasına etki edecek farklı teknikler ve materyaller geliştirmeyi hedeflemişlerdir. Kanal içi medikamentler, bu medikamentlerin kombine kullanılması, irrigasyon solüsyonları ve bu solüsyonların aktivasyonu gibi pek çok yöntemin kök kanallarındaki biyofilm tabakasına olan etkinliği halen araştırılmaya devam etmektedir.

## **2.2. Kök Kanal Tedavisinde Kanal İçi Medikasyon**

Günümüzde kök kanal tedavisinde medikasyon kullanılmasının amacı, kök kanallarına dezenfeksiyon için yerleştirilen medikamentler ve kimyasal ajanlardan çok, kök kanallarının mikroflorasını düzelterek ve protein artıklarını denatürasyonunu sağlayarak bakteriler için avantajlı durumun ortadan kaldırılmasıdır (J. F. Siqueira ve Lopes 1999). Mikroorganizmaları ortadan kaldırmak için kök kanalına yerleştirilen dezenfektan medikamentler, periapikal dokularda irritasyon yapabilirler. Ayrıca dokularda immün reaksiyonu tetikleyip, kök kanal dolgusunun kalitesi üzerinde de olumsuz etki yaratabilirler.

Ancak günümüzde kullanılan biyomekanik preparasyon yöntemleri ile üç boyutlu anatomik düzensizlikler gösteren kök kanal sisteminin tamamen temizliğinden bahsetmek oldukça güçtür (O. A. Peters 2014). Sonuç olarak da enfekte pulpa dokusunun tamamen uzaklaştırılması mümkün olmamaktadır. Kuron ve kök pulpası tamamen uzaklaştırılabilirse bile odontoblastik uzantılar ve dentin lenfi halen bakteriler için besin kaynağı oluşturmaya devam etmektedir (Ricucci ve Siqueira 2010). Bu nedenle mikroorganizmalar, hem planktonik hem de biyofilm tabakası içerisinde avantajlı kalmaya devam edebilmektedir. Bu durumda kök kanal sistemi içerisine yerleştirilen antiseptik ajanlar tedavinin en önemli basamaklarından biri haline gelmektedir (Alaçam 2000).

Bu amaçla kullanılan antiseptik ajanlar; fenoller, aldehit içeren bileşikler, iyot bileşikleri, klorheksidin, kortikosteroidler, antibiyotikler, ve kalsiyum hidroksit olarak sayılabilir. Kalsiyum hidroksit bu antiseptik ajanlar arasında kök kanal tedavisinde en çok kullanılan antiseptik ajandır (Çalışkan 2006).

### **2.2.1. Fenoller**

Medikal alanda kullanılan en eski antimikrobiyal ajanlardan biri olan fenollerin türevleri olarak; kafurlu monoparaklorofenol, paraklorofenol, öjenol, timol, ve metakresilasetat sayılabilir.

Bu türevdeki kanal içi medikamentler buharlaşarak etki göstermeleri nedeniyle pulpa odasına bir pamuk pelete emdirilerek yerleştirilirler (L. S. W. Spångberg ve Haapasalo 2002) . Ancak etkileri uzun süreli devam etmemekte, bu da bakterilerin yaşamaya ve çoğalmasına neden olabilmektedir (Messer ve Chen 1984). Yapılan bazı in-vitro çalışmalarda antimikrobiyal etkinliğinin düşük olup, toksisitelerinin ise oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir (Messer ve Chen 1984). Bu nedenle kullanımları azalmıştır.

### **2.2.2. Aldehitler**

Aldehitler oldukça toksik ve karsinojeniktir. Toksisitelerinin antimikrobiyal özelliklerine baskın gelmesi nedeniyle endodontide kullanımı önerilmemektedir (Lewis ve Chestner 1981).

### **2.2.3. İyot bileşikleri**

İyodin potasyum iyodin formunda oldukça etkili bir antiseptik iyot ajanı olan bir bileşiktir ve toksisitesi oldukça düşüktür. Buharlaşarak antimikrobiyal etkinliğini göstermektedir (Markus Haapasalo vd. 2005). Ancak alerji oluşturma ihtimali bu bileşiklerin en önemli dezavantajıdır (Molander, Reit, ve Dahlén 1999).

### **2.2.4. Klorheksidin**

Etki alanı oldukça geniş olan bu medikament, anaerob ve aerob mikroorganizmalara etkili olmakla beraber Candida türüne karşı da etkinliği olduğu düşünülmektedir. Bu medikament kullanımında yüksek konsantrasyonlarında bakterisidal etki gösterirken, düşük konsantrasyonda bakteriostatik etki gösterir. Kanal içi medikament olarak %2'lik jel formu önerilmektedir.

Bu medikament kanal içi kullanıldığında smear tabakasına etkisinin olmaması, aynı zamanda da fiksatif etkisi olması nedeniyle dezavantajlı olmaktadır. Uzun süreli antimikrobiyal etkisinin devam etmesi ise en önemli avantajıdır (Rosenthal, Spångberg, ve Safavi 2004). Organik dokuya etkinliğinin olmaması nedeniyle kök kanallarının kemomekanik preparasyonunda ilk tercih olarak kullanılmamaktadır (Tanomaru vd. 2003).

#### **2.2.5. Kortikosteroidler**

Özellikle antienflamatuar etkinlikleri nedeniyle tedavi sonrası ağrıyı azalttığı düşünüldükçe kanal içi medikamenti olarak tercih edilen kortikosteroidler, bu etkinliklerini vital pulpalı dişlerde gösterirken, nekrotik pulpada etkisiz oldukları yapılan bazı çalışmalarla gösterilmiştir (Messer ve Chen 1984).

#### **2.2.6. Antibiyotikler**

Antibiyotikler, endodontide kanal içi medikamenti olarak lokal olarak kullanıldığı gibi, sistemik olarak da kullanımları mevcuttur (Mohammadi ve Abbott 2009). Ancak sistemik kullanımlarında ortaya çıkan allerjik reaksiyonlar ve bakteri direnci gibi dezavantajları nedeniyle lokal kullanımı daha uygun görülmüştür (Gilad vd. 1999).

Antibiyotikler, ilk kez 1951 yılında Grossman tarafından PBSC olarak da bilinen bir patın kullanılmasıyla endodontide lokal olarak kullanımı yer almıştır (GROSSMAN 1951). PBSC, penisilin, basitrasin, streptomisin ve kaprilat sodyum içeren kombine bir antibiyotik ajandır. Ancak içeriğindeki penisiline karşı allerji ve yüksek hassasiyet görülmesiyle kullanımı 1975 yılında American Food and Drug organizasyonu tarafından yasaklanmıştır.

Antibiyotiklerin kanal içi medikament olarak kullanımı, tekli veya çoklu kombinasyonları, aynı zamanda da kortikosteroidlerle kombine olarak hazırlanmış patlar şeklinde olmaktadır.

#### **2.2.7. Kalsiyum Hidroksit**

Kalsiyum hidroksit 1921 yılında Hermann tarafından açığa çıkmış pulpa dokusunda dentin köprüsü oluşturduğunun kanıtlanmasıyla altın standart olarak kabul edilerek diş hekimliğine girmiştir. Kök kanal anatomisinin karmaşıklığı sebebiyle temizleme ve şekillendirmenin daha da zor olmasıyla beraber kök kanal sistemine

yerleştirilen kalsiyum hidroksitin, dezenfeksiyon sağlayarak kök kanal tedavisinin başarısına olan etkisi kanıtlanmıştır (S. K. Kim ve Kim 2002). Seanslar arasında kullanılan kalsiyum hidroksitin kök kanal sistemindeki bakterilerin sayısını azaltma ve elimine etmede başarılı olduğu ispatlanmıştır (Kontakiotis, Georgopoulou, ve Morfis 2001; Mohammadi ve Dummer 2011; S. K. Kim ve Kim 2002).

### 2.2.7.1. Kalsiyum Hidroksitin Kimyasal Özellikleri

Limestone, bir diğer ismi kireç taşı olan, deniz suyu ve dağlarda var olan kalsiyum karbonatın kristalize olarak oluşturduğu doğal bir taştır. Bu taşın  $900^{\circ}\text{C}$  -  $1200^{\circ}\text{C}$  arasında yanmasıyla yüksek korozyon özelliği ile bilinen kireç, bir diğer adıyla kalsiyum oksit ( $\text{CaO}$ ) oluşur. Su ile reaksiyona giren  $\text{CaO}$ , bu reaksiyon sonucunda kalsiyum hidroksite dönüşür.

Kalsiyum hidroksit 74,08 g/mol moleküler ağırlığa sahip ve suda çözünürlüğü oldukça düşük olan bir bileşiktir ( $25^{\circ}\text{C}$  de yaklaşık 1,2g L). Sıcaklığın artışıyla suda çözünürlüğü ters orantıya sahip olan kalsiyum hidroksit, yüksek pH'a sahiptir ve alkolde çözünmez. Sıvılar karşısında düşük çözünürlüğüyle kalsiyum hidroksit, çözünmeden vital dokularla istenilen sürede temasta kalarak etkinliğini artırır (Cvek 1989).

Dokulara temas ettiğinde ortamdaki suyu bünyesine alarak  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{OH}^{-}$  iyonlarına ayrılan kalsiyum hidroksit, etki mekanizmasını da bu şekilde ortaya çıkarmaktadır. Bu iyonlar bakterilere karşı antimikrobiyal aktiviteyi ,canlı dokular üzerinde de sert doku oluşumunu indükleyerek etki gösterir (Holland vd. 1979).

### 2.2.7.2. Kalsiyum Hidroksit Taşıyıcıları

Uygun bir taşıyıcıyla karıştırıldığı zaman alkalın bir pat oluşturan kalsiyum hidroksit, bu taşıyıcıların özelliklerine göre farklı iyonik çözünme hızına sahip olur. İdeal bir taşıyıcının sahip olması gereken özellikler Fava ve Saunders'ın (L. R. G. Fava ve Saunders 1999) yaptıkları bir çalışmada şu şekilde belirtilmiştir:

- Doku sıvılarında düşük çözünürlüğe sahip olmalı ve dokulara diffüzyonu yavaş olmalı
- Periapikal dokulardaki sert doku oluşumuna negatif bir etkisi olmamalı
- İyonik çözünme hızı yavaş ve dereceli olmalıdır.

Kalsiyum hidroksit kök kanal sistemine aköz, viskoz ve yağlı taşıyıcılar olmak üzere üç farklı taşıyıcı ile yerleştirilir.

#### **2.2.7.3. Aköz Tip Taşıyıcılar**

Su, salin, dental anestezikler, Ringer's solüsyonu, metilsellüloz ve karboksimetilsellülozun aköz süspansiyonları ve anyonik deterjan solüsyonları gibi taşıyıcılar bu grupta olup suda çözünebilen taşıyıcılardır. Aköz tipte bir taşıyıcıyla karıştırıldığı zaman kalsiyum hidroksitin  $Ca^{+2}$  ve  $OH^-$  iyonlarına dönüşümü oldukça hızlıdır. Bu gruptaki taşıyıcılar, kanal patı, doku sıvıları ve dokularla temasa girdiğinde oldukça yüksek hızda çözünürler ve makroflar tarafından absorbe edilerek ortamdan uzaklaştırılırlar. Yüksek hızdaki çözünürlüğüne bağlı olarak kök kanal sistemi boş kalarak istenilen iyileşmenin sağlanması amacıyla tekrarlanmalıdır. Bu da seans sayısının artmasına sebep olur (L. R. G. Fava ve Saunders 1999).

#### **2.2.7.4. Visköz Tip Taşıyıcılar**

Gliserin, polietilenglikol ve propilen glikol bu tipteki birkaç taşıyıcıya örnektir. Yüksek molekül ağırlıkları sebebiyle daha düşük çözünürlük gösterirler. Bazı tip viskoz taşıyıcılar suda çözünme özelliği gösterirler, bu da iyon salınımının yavaş ve uzun süreli olmasını sağlar. Bu da kalsiyum hidroksitin kök kanallarında daha uzun süre kalabilmesine olanak verir ve etkinliğini artırır. Visköz tip taşıyıcı ile elde edilen patlar kök kanal sisteminde 2-4 ay kadar kalabilirler. Bu özelliğiyle seans sayısını önemli ölçüde azaltırlar (L. R. G. Fava ve Saunders 1999).

Tedavi olgularında bu taşıyıcıların özellikleri göz önüne alınmalıdır. Örnek olarak, bir replantasyon olgusunda rezorpsiyonun önlenmesi ve hızlı bir pH değişikliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle aköz bir taşıyıcıdan faydalanılabilmektedir. Ancak tedavinin devamında kalsiyum hidroksitin kök kanalında uzun süre kalması istenmekte, bu da viskoz bir taşıyıcı kullanılması gerekliliğini önerebilmektedir. Bu şekilde, yavaş bir iyon salınımı sağlanırken, pH düzeyi de yeterli düzeyde tutulur (L. R. G. Fava ve Saunders 1999).

#### **2.2.7.5. Yağlı Tip Taşıyıcılar**

Zeytin yağı, silikon yağı, kafur (kamfurlu paraklorofenol), metakresilasetat ve oleik, linoleik ve isostearik asitler gibi bazı yağ asitleri, bu tip taşıyıcılardandır. Yağlı

taşıyıcıların suda çözünürlük özelliği yoktur. Dokularda aköz ve visköz tip taşıyıcılara göre daha düşük çözünebilirlik ve difüzyon gösterirler. Bu tip taşıyıcı içeren patların, diğer taşıyıcılarla oluşturulan patlara göre kök kanalında kalma süreleri daha uzundur (L. R. G. Fava ve Saunders 1999).

#### **2.2.7.6. Kalsiyum hidroksit patlarının vital ve devital dokular üzerindeki etkisi**

Vital ve devital dokular üzerinde kalsiyum hidroksit farklı etkinliğe sahiptir. Bu farklılığın sebebi farklı dokuların farklı karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) ihtiva etmesiyle ilişkilidir (J. F. J. Siqueira ve Lopes 1999). Devital dokulardaki  $\text{CO}_2$  miktarı sabit kalırken, vital dokularda bu oran devamlı bir regülasyon ile sabit tutulur. Vital dokuyla karşılaşan kalsiyum hidroksit dokulardan kendine  $\text{CO}_2$  çekerek süratle doku üzerinde kalsiyum karbonat oluşturur (L. R. G. Fava ve Saunders 1999). Ortaya çıkan kalsiyum karbonat, kalsiyum hidroksitin etki mekanizmasını ortadan kaldırır ve vital doku üzerinde nekrobiyotik bir tabaka oluşur. Bu tabaka, bakteri içermeyen ve yalnızca yüzeyde kalan vital pulpa dokusunun yavaşça ölümüyle oluşur.

Bu tabakanın hemen altındaki pulpa dokusunun içerisindeki fibroblastlar ve farklılaşmamış mezenkimal hücreler nekrobiyotik tabakadan aldıkları biyolojik sinyalle odontoblastlara dönüşür. Bu etkinin özellikle vital pulpa tedavilerinde iyileşme esnasında ortaya çıkması beklenmektedir. Böylelikle vital pulpa tedavilerinde beklenen iyileşme etkisi gerçekleşmiş olur (Schröder U 1972).

Kök kanal tedavisinde devital dokularla karşılaşan kalsiyum hidroksit, vital dokularda olduğu gibi  $\text{CO}_2$  ile temasa giremediği için direkt bir kalsiyum karbonat tabakasının oluşumundan bahsedilemez (J. F. J. Siqueira ve Lopes 1999). Devital dokularla temasa giren kalsiyum hidroksit,  $\text{CO}_2$  ve amonyak bileşiklerini ortaya çıkarır. Bu reaksiyonla ortaya çıkan  $\text{CO}_2$  ile temasa giren kalsiyum hidroksit, kalsiyum karbonat tabakasını oluşturur. Bu noktada devital dokular değişime uğrarken vital dokularda herhangi bir reaksiyon gözlenmemektedir. Kalsiyum hidroksit materyalinin vital ve devital dokular üzerindeki bu farklı etkinliklerine Bernard (PD Bernard, 1968) tarafından “paradoks okaleksik” adı verilmiştir.

Bu okaleksik etki kalsiyum hidroksit patlarının kök kanal tedavisinde kullanım amacına da hizmet etmektedir. Bu etkiden faydalanmak için kalsiyum oksit ile, su ile yer değiştirebilen bir likit (örneğin etilen glikol) karıştırılarak kök kanal sistemine yerleştirilir. Kalsiyum oksit dokulardaki ve direk kanal içerisindeki suyu bünyesine

olarak kalsiyum hidroksit oluştururken hidroksil iyon salınımı yapmaya başlayarak antimikrobiyal aktiviteyi başlatmış olur (L. R. Fava ve Saunders 1999). Aynı zamanda materyal kök kanal sistemi içerisinde genişerek dentin kanalcıklarına, anatomik düzensizliklere, yan kanallara ve apikal düzensizliklere difüze olarak etkinliğini artırır (P D Bernard, 1971).

### **2.2.8. Kalsiyum Hidroksitin Etki Mekanizmaları**

Kalsiyum hidroksit 12,5 seviyesinde yüksek pH değerine sahip bazik bir materyaldir. Su içerisinde çözünebilen bir materyalle karıştırıldığı zaman kalsiyum ve hidroksil iyonlarına ayrışma gösterir.

#### **2.2.8.1. Kalsiyum Hidroksitin Biyolojik Etkinlikleri**

Kalsiyum hidroksitin sert dokuları uyarması alkalen fosfataz etkisi ile olur. Vital pulpa tedavilerinde bu etki odontoblastları uyarak dentinogenetik aktiviteyi başlatır. Periapikal lezyonu bulunmayan vital veya devital kök kanal tedavilerinde kalsiyum hidroksit sementogenetik aktiviteyle iyileşmeyi sağlarken, lezyon görünen dişlerde osteosementogenetik aktiviteden bahsedilir. Bu aktivitede hem sementoblastlar hem de osteoblastların uyarılmasıyla gerçekleşir (Çalışkan ve Türkün 1997).

Organik dokuları çözücü etkiye sahiptir. Kök kanal tedavilerinde sodyum hipokloritin kullanımıyla bu aktivite artar (Hasselgren, Olsson, ve Cvek 1988).

Hidrokopik aktivite, kalsiyum proteinat köprüleri ve fosfolipaz inhibisyonu ile antienflemetuar etkisi vardır.

Kalsiyum hidroksit, osteoklastik aktivitenin inhibisyonunda da görev alır. Hidrolaz enzimini nötralize ederek bu etkiyi sağlar. Özellikle internal ve eksternal rezorbsiyonu olan, travma nedeniyle avülse olan dişlerin tedavisinde bu özelliğinden faydalanılır (Tronstad 1988).

Periapikal kist vakalarında kist çeperindeki epitel tabakasını parçalayarak kistik vakalarda iyileştirmeyi hızlandırıcı etkisi vardır (Çalışkan ve Türkün 1997).

Hemostatik etkiye sahiptir (FOREMAN ve BARNES 1990).

Metabolize olurken bünyesine aldığı karbondioksit dolayısıyla anaerob bakteriler üzerinde bakterisidal etkiye sahiptir (J. F. Siqueira ve Lopes 1999). İyonize

olurken ortaya çıkardığı hidroksil iyonları ile bazik ortam yaratarak antibakteriyel özelliğe sahip olur.

### **2.2.8.2. Kalsiyum Hidroksitin Antimikrobiyal Etki Mekanizmaları**

Kök kanal tedavilerinde karşılaşılan patojenlerin büyük çoğunluğu yüksek alkali ortam karşısında inaktive olmaktadır (Heithersay 1975). Yüksek pH değeriyle (12,5) kalsiyum hidroksit direkt temas ile kısa sürede birçok mikroorganizmayı elimine etme özelliğine sahiptir.

Antimikrobiyal aktivitesi iyonların salınım hızıyla ilişkilidir. Bu nedenle kalsiyum hidroksitin etkisini tam gösterebilmesi için en az bir güne ihtiyaç duyulmaktadır (Safavi, Spngberg, ve Langeland 1990). Yapılan bazı in-vivo çalışmalarda, kök kanallarının biyomekanik preparasyonundan sonra enfekte kök kanallarına 7 gün, 1 ay ve 3 ay süreyle kalsiyum hidroksit yerleştirilmiştir. Bu çalışmalara göre bu süre zarflarında kalsiyum hidroksitin bakteri eliminasyonu sağladığı görülmüştür (Byström vd. 1985; Sjogren U. 1985)

Kalsiyum hidroksit antimikrobiyal özelliğini iyonize olmuş hidroksil iyonları ile sağlamaktadır. Bu iyonlar oldukça reaktif ve oksidan olup birçok biyomolekülle reaksiyona girme eğilimi gösterir.

Antimikrobiyal özelliği hidroksil iyonu ile ilişkili olsa da yüksek pH da oldukça gerekli bir faktördür. Özellikle dokulara diffüze olması gerektiği noktalarda hidroksil iyonlarını tamponlama kapasitesi ve karbondioksit salınımı azaldığı durumlarda antimikrobiyal etkisi azalır veya kaybolur (Spångberg vd. 1988).

Bazı çalışmalarda kalsiyum hidroksitin özellikle dentin tübülleri içerisinde bakterilerin eliminasyonunda başarısız olduğu görülmüştür. Siqueira ve Uzeda'nın (José F. Siqueira ve De Uzeda 1996) yaptığı bir çalışmada kalsiyum hidroksit, salin solüsyonuyla beraber kullanılmış ve 1 haftalık temas süresinde bile dentin tübüllerindeki *F. Nucleatum* ve *E. Faecalis*'in yok edilmesinde etkisiz olduğu gösterilmiştir.

Haapasalo ve Ørstavik'in (M. Haapasalo ve Ørstavik 1987) yaptıkları çalışmada ise kalsiyum hidroksit patının dentin tübülleri içindeki yüzeyel *E. Faecalis*'i elimine etmekte başarısız olduğunu belirtmişlerdir.

Kalsiyum hidroksit biyolojik etkinliğini bakterilerin sitoplazmik membranına hasar vererek, DNA yapısını bozarak ve protein denatürasyonu yaparak gösterir.

- **Bakterilerin sitoplazmik membranında hasar**

Bakterilerin sitoplazmik membranı hücre savunmasında pek çok role sahiptir. Seçici geçirgenlik özelliği, elektron transferi, hidrolitik enzimlerin membrane yoluyla dışarı atılması, hücre duvarındaki polimer ve membrane lipidlerinin muhafazası, kemotaktik proteinlerin bulunması gibi aktivitelere sahip olan sitoplazmik membran bu yollarla hücre savunmasında oldukça etkilidir (Aydın 2015).

Kalsiyum hidroksitin iyonize olmasıyla ortaya çıkan hidroksil iyonu, hücre zarındaki doymamış yağ asidindeki hidrojen atomunu bağlar, böylelikle yağdan yoksun bir radikal ortaya çıkar. Bu radikal ortamdaki oksijen atomuyla reaksiyona girer ve lipidik peroksit radikale dönüşür. Bu radikal de aynı şekilde bir yağ asidinden hidrojen atomunu söker ve bu şekilde zincirleme bir otokatalitik reaksiyon başlar. Bu reaksiyona lipid peroksidasyonu denir ve hücre duvarındaki yağ asitlerinin kaybıyla hücre duvarı parçalanır (Halliwell 1987).

- **Bakterilerde DNA hasarı**

Kalsiyum hidroksit bakteri DNAsına bilimsel olarak kanıtlanmış 3 farklı yolla etki eder. Hidroksil iyonları bakteri DNAsıyla etkileşime girerek proteinler arasındaki bağlara etki eder ve liflerin ayrılmasıyla gen hasarı oluşturur (Türkün ve Cengiz 1997). Böylelikle DNA replikasyonu bozulmuş olur ve hücresel metabolizma da sona erer (Nair vd. 2005). Ayrıca ortaya çıkan serbest radikaller bakteri DNAsında ölümcül mutasyonlara sebep olarak bakteri ölümünü sağlar. Bu mekanizmalardan hangisinin direct bakteri ölümüne sebep olduğu hala kanıtlanamamıştır.

- **Protein Denatürasyonu**

Enzimatik aktivite hücrenin devamlılığında kilit rol oynamaktadır. Enzimlerin de aktivitelerini devam ettirebilmesi için belirli bir pH aralığına ihtiyaç duyulmaktadır. Kalsiyum hidroksit bakterilerin enzimsel aktivitelerine bazik etkisiyle etki etmektedir. Bazik ortamda bakteri enzimlerinin sahip olduğu proteinlerin tersiyer yapısını koruyan iyonik bağlar kırılır. Enzim sahip olduğu

kovalent bağı tutsa da kırılan iyonik bağlar dolayısıyla ortamda serbest polipeptid zincirleri rastgele ve düzensiz bir şekilde biçimlenir (J. F. J. Siqueira ve Lopes 1999). Bu değişiklikler sonucunda bakteri enzimi biyolojik aktivitesini kaybeder ve hücrenin metabolitik aktivitesinin bozulmasına sebep olur.

### **2.2.9. Kalsiyum Hidroksitin Biyouyumluluğu**

Kalsiyum hidroksit materyalinin biyouyumluluğu ile ilgili geçmişten günümüze pek çok çalışma yapılmıştır. Spangberg'in (L. Spångberg 1974) 1969'da yaptığı bir çalışmada, domuzlarda kemik içerisine kalsiyum hidroksit yerleştirmiştir. Bu çakışmaya göre kemikte 2 hafta sonra iltihabi yanıt gerçekleşmiştir ancak yine de kalsiyum hidroksitin kemik dokusuna en az zarar veren kök kanal medikamenti olduğu belirtmiştir. Çalışmaya göre kalsiyum hidroksitin yerleştirilmesini takiben 12 hafta sonra yeni kemik oluşumunun gerçekleştiği belirtilmiştir.

Binne ve Rowe (Binnie ve Rowe 1973) ise köpeklerde yaptıkları çalışmada kök formasyonu tamamlanmamış küçük azı dişlerine kalsiyum hidroksitin distile su ile karıştırılarak hazırlanan pat yerleştirilmiştir. Çalışmaya göre bu dişlerde kök formasyonu devam etmiş ve iltihabi yanıt minimum olarak gözlenmiştir.

Kalsiyum hidroksit patının periapikal dokuların üzerinde de negatif etkisi olduğu düşünülmüştür. Breault ve ark. (Breault vd. 1995) yaptığı çalışmada, kalsiyum hidroksit periodontal tedavi sırasında yapışık dişetindeki fibroblastlarının azalmasına sebep olduğunu göstermişlerdir. Bu nedenle araştırmacılar endodontal ve periodontal tedavinin beraber yapılması gerektiği durumlarda önce endodontik tedavinin yapılarak periodontal tedaviyle sementin uzaklaştırılmasıyla kalsiyum hidroksitin yaratacağı negatif etkinin önüne geçilmesini önermişlerdir.

### **2.3. Kök Kanallarında Apikal Sızdırmazlığın Önemi**

Endodontik mikrosızıntının tanımı; kök kanal dolgu materyali ile kanal duvarları arasındaki ve dolgu materyalinde mevcut olan boşluklar içerisinde mikroorganizma ve sıvıların geçişi olarak yapılmaktadır (Lahor-Soler vd. 2015). Endodontik mikrosızıntı kök kanal tedavi başarısızlığının en önemli nedenlerindendir (Mokhtari vd. 2015). Tercih edilen kök kanalı dolgu yöntemi, kök kanal patları, smear tabakası, anatomik varyasyonlar gibi birçok faktör mikrosızıntının sebebi olabilir (Yıldırım vd. 2010). Yapılan çalışmalar kök kanallarının üç boyutlu olarak hermetik olarak kapatılmasının

periapikal dokuların sağlığı ve endodontik tedavinin başarısı için oldukça önemli olduğunu ifade etmektedir (Sakaue vd. 2013; Shahriari vd. 2016).

Sunay ve ark. (Sunay vd. 2007) yaptıkları epidemiyolojik bir çalışmanın bulgularında, kök kanalı tedavisinin kalitesinin periapikal bölgenin durumuna göre incelemişler ve apikal periodontitis ile kanal dolguları arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Bazı araştırmacılar, mikroorganizmalar tarafından enfekte edilmiş kök kanallarındaki bakterilerin ve yan ürünlerinin dentin kanallarına penetre olabileceğini bildirmişlerdir (Ando ve Hoshino 1990). şen ve ark. (Sen, Piskin, ve Demirci 1995) yaptıkları bir çalışmada, pulpası nekroze 10 adet çekilmiş dişi SEM altında incelemişler ve bakterilerin dentin kanalcıklarına penetrasyonunun 150µm'ye kadar ulaşabildiğini belirtmişlerdir.

Yapılan bir diğer çalışmada da endodontik tedavilerin başarısızlıklarında vakaların %63,4'nde mikrosızıntıya bağlı başarısızlık olduğu belirtilmiştir (Ingle ve Backland 1994).

Kök kanalları doldurulmuş dişlerde sızıntı, pat ve dentin, pat ve güta perka veya pat içindeki hava boşlukları boyunca gerçekleştiği düşünülmektedir (Cobankara, Adanr, ve Belli 2004). Bu boşluk, çeşitli nedenlerle dolgu maddesinin kanal duvarına yetersiz adaptasyonu, kanal patının çözünmesi, veya patın sertleşme genleşmesi veya büzülmesi sonucu oluşabilmektedir (S Timpawat, Vongsavan, ve Messer 2001). Kök kanal dolgu maddelerinin dentin duvarına adaptasyonunu engelleyen faktörlerden biri de kanal içi medikamentlerin kullanılmasıdır (Barbizam vd. 2008). Kök kanallarından uzaklaştırılamayan bu medikamentler, kanal duvarı ile pat arasında boşluklar oluşturabileceği gibi, özellikle temizlenmesi zor olan apikal bölgede kalarak apikal sızıntıya da sebep olabilmektedir (S. K. Kim ve Kim 2002).

Kalsiyum hidroksit en yaygın olarak kullanılan kanal içi medikamenttir. Bu nedenle araştırmacılar kök kanallarından kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması ve uzaklaştırılamayan materyalin neden olabileceği problemler üzerinde pek çok çalışma yapmıştır.

#### 2.4. Kalsiyum Hidroksitin Kök Kanallarından Uzaklaştırılması

Kök kanal tedavisinin son aşaması olan kök kanallarının doldurulmasından önce kanal içine yerleştirilen medikamentlerin uzaklaştırılması ile ilgili yaygın bir düşünce mevcuttur. Ancak bir kanal içi medikamenti olan kalsiyum hidroksitin kök kanallarından tamamen uzaklaştırılması oldukça güçtür. Geçmişten günümüze kalsiyum hidroksitin kök kanallarından uzaklaştırılması ile ilgili pek çok yöntem ortaya konulmuştur, ancak yine de kök kanal duvarlarından ve apikal anatomik düzensizliklerden kalsiyum hidroksitin tamamen uzaklaştırılması günümüzde hala neredeyse imkansız olarak ifade edilmektedir. Apikalden uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksitle apikal sızıntı arasındaki korelasyondan bahseden pek çok literatür mevcuttur (Holland vd. 1995; Porkaew vd. 1990). Aynı zamanda kök kanal duvarlarında kalan kalsiyum hidroksit dentin tübüllerinin ağzını tıkayarak kök kanal patının penetrasyonunu engellemekte ve patla kimyasal reaksiyona girerek patın stabilize olmasını engellemektedir (Sokhi vd. 2017).

Kök kanal tedavisinde geçici bir medikament olarak kullanılan kalsiyum hidroksitin kanaldan uzaklaştırılması irrigasyon ve enstrümantasyonla yapılmaktadır. Ancak bu şekilde düzensiz anatomik yapıdaki kök kanal sisteminden kalsiyum hidroksitin tamamen çıkarılması neredeyse imkansızdır.

Porkaew ve ark.'larının (Porkaew vd. 1990) yaptıkları bir çalışmada kök kanal sisteminden uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksit, kalsiyum karbonata dönüşebilmektedir. Buna göre de zamanla kök kanal dolgusu ve kanal duvarları arasında boşluklar oluşabilmekte ve sızıntıya sebep olabilmektedir. Ayrıca bu boşluklar dışın zayıflamasına da neden olabilmektedir. Uzun dönemde ise kök kanal tedavisinin başarısını olumsuz etkileyebilmektedir.

Lambrianidis ve ark.'larının (Lambrianidis vd. 2006) yaptıkları bir çalışmada, üç farklı taşıyıcı ile hazırlanmış kalsiyum hidroksit preparatının iki farklı yöntemle kök kanallarından uzaklaştırılmasını incelemişlerdir. Daha sonra kök kanalları bukkolingual yönde ikiye ayrılmış, %600 oranında büyütme ile bilgisayar ortamına aktarılarak skorlama üzerinden kalan kalsiyum hidroksit materyalini değerlendirmişlerdir. Bu skorlamalara göre bütün gruplarda artık kalsiyum hidroksit varlığı görülmüştür.

Van der Sluis ve ark. (Van Der Sluis, Wu, ve Wesselink 2007) ise kök kanallarından kalsiyum hidroksiti uzaklaştırma amacıyla farklı yıkama yöntemleri kullanmışlardır. Bu çalışmada 60 adet alt küçük azı dişinin apikal kısımlarının kanal duvarlarında standart yapay bir oluk hazırlanmış ve bu oluklara kalsiyum hidroksit materyali yerleştirmişlerdir. Bu oluklardan kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak için NaOCl ve ultrasonik, distile su ve ultrasonik, NaOCl ve standart yıkama iğnesi olarak 3 yıkama sistemi uygulanmıştır. Daha sonra diş kökleri ikiye ayrılmış ve kalan kalsiyum hidroksit artığı değerlendirildiğinde en etkili yöntemin NaOCl ve ultrasonik yıkama yöntemi olduğunu belirtmişlerdir.

Wiseman ve ark. (Wiseman vd. 2011), 46 adet alt çene 1. büyük azı dişlerini kullandıkları bir çalışmada her grupta 20 adet diş, negative ve pozitif kontrol gruplarında ise 3'er adet diş olacak şekilde sonik ve pasif ultrasonik yıkama yöntemleri ile kalsiyum hidroksit materyalinin kök kanallarından uzaklaştırılma etkinliğini araştırmışlar, sonuçları ise mikro CT kullanarak değerlendirmişlerdir. Kök kanallarından kalsiyum hidroksit uzaklaştırılmadan önce mikro CT'de dişlerin görüntüleri alınarak, kök kanallarına yerleştirilen kalsiyum hidroksitin hacmi ölçülmüştür. Daha sonra kök kanallarındaki kalsiyum hidroksit sadece döner alet sistemi kullanılarak uzaklaştırılmış ve mikro CT görüntüleri alınarak uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksit miktarı hesaplanmıştır. Ardından diş köklerinde sonik ve pasif ultrasonik yıkama yöntemleri uygulanmış ve bir daha mikro CT görüntüleri alınarak kalan kalsiyum hidroksit miktarları hesaplanarak kıyaslamalar yapılmıştır. Buna göre her grupta kalsiyum hidroksit materyalinin tam olarak uzaklaştırılamadığı görülmüş, ancak kalsiyum hidroksiti en iyi uzaklaştıran yöntemin döner aletlerle pasif ultrasoniğin kombine olarak kullanıldığı yöntem olduğunu öne sürmüşlerdir.

Taşdemir ve ark. (T. Taşdemir vd. 2011) 24 adet, alt çene küçük azı dişi kullandıkları çalışmalarında kalsiyum hidroksiti kök kanallarına yerleştirmiş ve uzaklaştırmak için 4 yöntemden faydalanarak dişleri gruplara ayırmışlardır. Bu gruplar şu şekildedir:

- Grup: 5 ml %2,5 NaOCl ile kök kanallarının yıkanması
- 2. Grup: 5 ml %2,5 NaOCl'e ek olarak 5 ml %17 EDTA ile kök kanallarının yıkanması

- 3. Grup: 5 ml %2,5 NaOCl ile ultrasonik yıkama yöntemiyle kök kanallarının yıkanması
- 4. Grup: 5 ml %2,5 NaOCI ile kanal fırçasının kombine şekilde kullanılarak kök kanallarının yıkanması

Bu yöntemler incelendiğinde, kanal fırçası ile ultrasonik yöntemin kullanıldığı gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamış, bu yöntemlerin diğer yöntemlere göre anlamlı bir şekilde üstün olduğu belirtilmiştir.

Nandini ve ark. (Nandini, Velmurugan, ve Kandaswamy 2006), 40 adet tek kök çekilmiş dişler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, dişler şekillendirilip hazırlandıktan sonra 20 adet kök kanalı Metapex, 20 adet kök kanalı ise saf kalsiyum hidroksit-distile su karışımı şeklinde hazırlanan pat ile doldurulmuştur. Daha sonra dişler etüv içerisinde 7 gün boyunca bekletilmiş ve incelenmek üzere spiral CT görüntüleri alınarak kök kanallarına yerleştirilen kalsiyum hidroksit patlarının hacimce ölçülmesi sağlanmıştır. Kök kanallarından kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak amacıyla iki farklı yıkama solüsyonundan (EDTA, Sitrik asit) faydalanılarak alt gruplar oluşturulmuş, ve dişler bu işleme tabii tutularak tekrar CT görüntüleri alınmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarında ise, yıkama solüsyonları kıyaslandığında, sitrik asitin EDTA'ya göre daha iyi sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir.

Balvedi ark. (Balvedi vd. 2010), yaptıkları bir çalışmada kök kanallarından kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak amacıyla geleneksel yıkama ile MAF eğelerinin kombine kullanılması ve ultrasonik sistemleri karşılaştırmışlardır. Bu yıkama yöntemlerine göre, her yıkama yöntemine alt grup olacak 4 farklı kalsiyum hidroksit taşıyıcısı kullanılmıştır. Bu alt gruplar şu şekilde oluşturulmuştur; saf kalsiyum hidroksit tozunun plugger ile kanala yerleştirilmesi, serum fizyolojik taşıyıcısı, polietilen glikol ve polietilen glikol ile kafurlu paramonoklorofenol kombinasyonu. Kök kanallarından kalsiyum hidroksit patı iki farklı yöntemle uzaklaştırıldıktan sonra, uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksit miktarları stereomikroskop görüntülerinin dijital ortama aktarılıp ölçülmesiyle hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, dişlerin apikal bölgelerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamış, her iki yıkama yönteminde de uzaklaştırılamayan artık kalsiyum hidroksit varlığı olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bu ve bunlar gibi pek çok çalışmada da görüldüğü üzere kök kanallarından kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak için pek çok yöntem mevcuttur. Bu yöntemlerden en yaygın kullanılanları şunlardır:

#### **2.4.1. Yıkama Solüsyonlarının Tek Başına Kullanılması**

Rutin kök kanal tedavisinde, kök kanal dolgusu öncesinde kalsiyum hidroksitin kök kanal sisteminden uzaklaştırılması yıkama solüsyonları veya yıkama solüsyonları ile kanal enstrümanlarının birlikte kullanılmasıyla gerçekleşir (Nandini, Velmurugan, ve Kandaswamy 2006). Yıkama solüsyonlarının etkinliği, yıkama iğnesinin derinliği, kök kanalının biyomekanik şekillendirmeye bağlı taper açısı, yıkama iğnesinin gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Chow 1983; Lee, Wu, ve Wesselink 2004).

Margelos ve ark. (J Margelos , G Eliades, C Verdelis 1997) yaptıkları bir çalışmada, NaOCl ve EDTA yıkama solüsyonlarının tek başına kullanılmasıyla kombine olarak kullanılmasını kıyaslamışlar ve kombine kullanılan bu solüsyonların tek başına kullanılmasına kıyasla kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmada çok daha etkili olduklarını belirtmişlerdir.

#### **2.4.2. Yıkama Solüsyonları Ve Enstrümatasyonun Birlikte Kullanılması**

##### **✓ El aletleri ile yıkama solüsyonlarının kombine kullanılması**

Bu yöntemle apikaldeki son şekillendirmeye sahip olan master apikal file (MAF) eğesi ile yıkama solüsyonları birlikte kullanılır.

Yapılan bazı çalışmalarda MAF eğesi ile EDTA yıkama solüsyonunun birlikte kullanılması önerilmektedir (T. Rödig vd. 2010). Balvedi ve ark. (Balvedi vd. 2010) yaptığı bir çalışmada farklı tip taşıyıcılar ile hazırlanmış kalsiyum hidroksit patının kök kanallarından uzaklaştırılmasında, el eğesi ile yıkama solüsyonlarının birlikte kullanıldığı ve ultrasonik aktivasyon yöntemlerinin etkinliklerini kıyaslamışlardır. Hazırlanan bütün örneklerde kalsiyum hidroksite rastlanmış olmakla beraber, ultrasonik aktivasyon grubunda anlamlı olarak daha iyi kalsiyum hidroksitin uzaklaştırıldığı görülmüştür.

### ✓ Döner alet sistemleri yıkama solüsyonlarının kombine kullanımı

Döner alet sistemleri günümüzde mekanik preparasyonun yanı sıra kök kanal sisteminden kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında da kullanılmaktadır (Kuga vd. 2010).

Yapılan çalışmalarda el eğesi, döner alet ve ultrasoniklerle kombine kullanılan NaOCl ve EDTA kıyaslanmış ve döner alet sistemi ile ultrasonikler el eğesi yöntemine göre daha etkili bulunurken, iki yöntem arasında anlamlı bir fark görülmemiştir (Hellstein ve Nichol 2006).

### 2.4.3. Sonik ve Ultrasonik Sistemlerin Kullanılması

Ultrasonik ve sonik sistemlerin yıkama solüsyonlarının etkinliğini arttırdığı bir çok araştırma tarafından desteklenen bir görüştür (Stock, 1991). Ultrasonik irrigasyonun çalışma prensibi kök kanal sisteminde serbest bir şekilde salınım yapan eğenin enerjisinin yıkama solüsyonuna aktarılacak akustik bir dalgalanma hareketinin oluşması ile oluşur (M Ahmad, Roy, ve Kamarudin 1992).

İlk defa 1980 yılında Weller (Weller, Brady, ve Bernier 1980) tarafından tanımlanan Pasif ultrasonik İrrigasyon (PUI) terimi, kök kanal sistemi içerisinde eğenin dentin duvarlarında herhangi bir etki yapmaksızın salınım göstererek yaptığı etkiye verilen isimdir. Bu sistemde kök kanal sistemi içerisinde merkezde bulunan ince bir kanal aleti aktif edilerek salınım yapar ve akustik bir akım meydana getirir (Majina Ahmad, Pitt Ford, ve Crum 1987). Böylelikle kök kanal sistemi içerisinde bulunan yıkama solüsyonu yoğun ve dairesel bir harekette bulunur. Prensip olarak sistemin aktive olmasıyla ortaya çıkan enerji ultrasonik harekette bulunan eğeden kök kanal sisteminde solüsyona iletilir (Van Der Sluis, Wu, ve Wesselink 2007).

Wiseman ve ark. (Wiseman vd. 2011) yaptığı bir çalışmada kök kanalından kalsiyum hidroksitin uzaklaşması bakımından pasif ultrasonik sistemin sonik sistemlere göre daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda pasif ultrasonik irrigasyon amacıyla Acteon Newtron Booster (Satelec, Fransa) cihazı üreticinin talimatları doğrultusunda kullanılmıştır.

Sonik sistemler ise salınım hızı ultrasonik sistemlere göre daha düşük olan bir el aleti ve uçlar yardımıyla yıkama solüsyonunu aktive eden sistemlerdir. Bu amaçla geliştirilen EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) elde

kullanılan bir alet olup üç tip polimer uca sahiptir. Bu uçlar kolayca bükülebilir ve herhangi bir kesme etkinliği yoktur (Topçuoğlu vd. 2015).

Çalışmamızda son zamanlarda geliştirilen sonik sistemlerle kullanılabilen bir uç olan EDDY (Dentsply Sirona, Amerika) kullanılmıştır. Bir airscalerin (W&H ZA 55, KaVo SONICflex 2003) ucuna takılan EDDY uçları 6000 Hz'e kadar çıkabilen salınım yapabilmektedir. Bu poliamid uçlar oskilasyon hareketini yıkama irrigasyonuna iletir. Son zamanlarda EDDY ile EndoActivatorün ve ultrasonik sistemlerin karşılaştırıldığı pek çok çalışma yapılmıştır.

#### **2.4.4. Kanal Fırçalarının Kullanılması**

Kanal fırçaları (Roeko CanalBrush, Coltene Whaledent GmbH+ Cos KG, Langenau, Germany), kök kanal tedavilerinde kök kanal sistemindeki artık debris uzaklaştırmak için üretilmiş olan esnek yapıda ve polipropilen yapıdaki mikro-fırçalardır. Bu fırçalar elle kullanıldığı gibi bir anguldruva yardımıyla da kullanılabilir. Bu fırçalar elle kullanıldığı gibi bir anguldruva yardımıyla da kullanılabilir.

Taşdemir ve ark. (T. Taşdemir vd. 2011) yaptıkları bir çalışmada kalsiyum hidroksitin kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasında farklı teknikler denenmiş ve kanal fırçasının etkili olduğu ve ultrasonik aktivasyonla aralarında anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

#### **2.4.5. Negatif Basınç ile Yıkama**

Kök kanal tedavisinde yıkama irrigasyonlarının prensibi solüsyonun bir iğne ile kök kanal sistemine iletilerek aynı zamanlı kurondan aspirasyon esasına dayanır. Bu sisteme pozitif basınçlı yıkama adı verilir. Ancak bu yöntemde periapikal dokulara zararı olduğu bilinen NaOCl'nin dokulara taşma gibi riskleri bulunmaktadır. Bu zararlar periapikal doku ve ilişkide bulunduğu dokulara kapsamlı olarak tahribat yapabilmektedir (Kurtzman 2012).

Bu amaçla negatif basınçlı bir sistem olan EndoVac (SybronEndo) geliştirilmiştir. Bu sistem, negatif basınç sistemi ile kök kanal sistemindeki yıkama solüsyonlarının eş zamanlı olarak aspirasyon yöntemi ile aspire edilmesidir. Böylelikle yıkama solüsyonlarının periapikal dokulara ve ilişkide bulunduğu dokulara vereceği tahribat önlenmiş olur. EndoVac'ın kalsiyum hidroksiti kök kanal sisteminden uzaklaştırma etkinliğiyle ilgili literatürde birçok araştırma mevcuttur (Kurtzman 2012).

#### 2.4.6. Hidrodinamik Yıkama Sistemi

Diğer yıkama sistemlerine alternatif olması açısından geliştirilen RinsEndo (Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany), basınçla beraber emme prensibine sahip bir sistemdir. Dental ünitlerin başlıklarına bağlanır ve cihazın ucuna takılan enjektördeki yıkama solüsyonu ile havanın karışması ile işlev görür.

Literatürde RinsEndo ile ilgili çalışma sayısı oldukça azdır. Rödig ve ark. (Tina Rödig vd. 2011) PUI ve RinsEndo sistemlerinin kök kanal sisteminden kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması üzerine olan etkinliklerini kıyaslamışlar ve aralarında anlamlı bir fark bulmamışlardır. Bu sistem ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

#### 2.4.7. Self-Adjusting File (SAF) Sisteminin Kullanılması

Self-Adjusting File (SAF; Re-Dent Nova, Ra'anana, İsrail) sistemi, kafesli ve içi boş bir eğenin kök kanal sistemine üç boyutlu olarak uyumlanması prensibine dayalı olarak üretilen bir sistemdir. Sürekli bir yıkama ile aşağı yukarı hareketlerle çalıştırılan bu sistem kanal dentin duvarlarına zımparalama yapar. Bu şekilde debris ve smear tabakasına oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Metzger vd. 2010).

Üretici firma bu sistemi tek bir kanal eğesi yardımıyla üç boyutlu kök kanallarının şekillendirmesi, temizlenmesi ve irrigasyonunu sağlamak amacıyla ürettiğini bildirmiştir. Kök kanal sistemine üç boyutlu adaptasyon göstermektedir. Oldukça esnektir ve bükülme özelliğine sahiptir.

Bu sistem kök kanal sisteminden kalsiyum hidroksitin uzaklaştırması amacıyla pek çok çalışmada kullanılmıştır (Capar, Ozcan, ve Arslan 2014; Topçuoğlu vd. 2015).

#### 2.4.8. Lazer Kullanımı

Lazer oldukça hızlı gelişen bir teknoloji olup biyolojik dokular üzerindeki etkinliğinin araştırılmasıyla da diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır.

Erbium: Yttrium-Aluminium-Garnet (Er: YAG) lazer, en fazla endikasyonu olan, hem yumuşak hem de sert dokular üzerinde etkili bir lazer çeşididir. Bu lazerler çürüğün temizlenmesi için ve diş hazırlanması için su soğutması ile birlikte kullanıldığında uygundur.

Photon-initiated photoacoustic streaming (PIPS), atım süresi oldukça kısa olan bir ER-YAG lazer cihazı sayesinde enerjinin kök kanal sistemindeki yıkama solüsyonuna iletilmesini sağlayan bir cihazdır. Bu enerji ile yıkama solüsyonunda oluşan akustik dalgalarla kök kanal sisteminin temizlenmesi ve solüsyonun dışarı doğru atılması sağlanır. Bu sistemin kullanıldığı, kök kanal sisteminden kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasıyla ilgili çalışmalar mevcuttur (H Arslan , M Akcay, I D Capar, G Saygili, T Gok 2014).

## **2.5. Kök Kanallarında Mikrosızıntıyı İnceleyen Yöntemler**

Kök kanallarında meydana geelen mikrosızıntının incelenmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde kullanılan boya, glikoz solüsyonu, radyo izotop, distile su, bakteri gibi ajanların kök kanal sistemindeki boşluklara olan penetrasyonu hesaplanır. Kök kanal dolgu maddelerinin in vitro olarak sızdırmazlıklarını incelemeye kullanılan yöntemler şunlardır (da Silva Neto vd. 2007; Zakizadeh vd. 2008; Nagas vd. 2007; Cobankara vd. 2006):

1. Boya sızıntı yöntemi
2. Bakteri sızıntı yöntemi
3. Sıkıştırılmış hava yöntemi
4. Elektrokimyasal yöntem
5. Radyoizotop yöntemi
6. SEM analizi
7. Glikoz penetrasyon yöntemi
8. Sıvı filtrasyon yöntemi

### **2.5.1. Boya Sızıntı Yöntemi**

1939 yılında ilk kez Grossman'ın tanıttığı bu yöntem dişlerin belirli konsantrasyonlarda olan farklı boyalar içerisinde uygun zaman aralıklarında bekletilip oluşan sızıntı miktarının hesaplanmasına dayanır (Schmitz vd. 2015). Yöntemin uygulanışı kolay ve ekonomik olduğundan günümüze kadar çok yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Meinke vd. 2009). Boya sızıntısı çalışmalarında en çok tercih edilen boya solüsyonu %2'lik metilen mavisidir (Souza vd. 2009). Bunun dışında anilin

mavisi, florasan, gümüş nitrat, bazik fuksin, Rodamin B, Eritrosin, India bu yöntem için kullanılabilen diğer boyalardır. Bu mikrosızıntı yönteminde kök kanallarının kanal dolguları yapıldıktan sonra kanal dolgusunun tamamen sertleşmesi için beklenir. Kökün 1-2 mm'lik apikal bölümünün haricinde diğer tüm yüzeyler cila benzeri bir maddeyle örtülerek izolasyonu sağlanır. Dişlerin kökleri boya solüsyonuna batırılır uygun sürede beklendikten sonra boyanın kanal içerisindeki boşluklu alanlara penetrasyonu sağlanır. Daha sonra diş kökü solüsyondan çıkarılır, yıkanır kurulanır. Boyanın penetrasyon miktarı köklerden kesit alınarak veya şeffaflaştırma yöntemiyle spektrofotometre ile ölçülür. Hızlı bir yöntemdir ve kolay uygulanabilir. Ekonomik olması, radyasyon içermemesi ve kimyasal reaksiyonlar ihtiyaç duyulmaması yöntemin avantajlarıdır (Araújo vd. 2006). Bunun yanında boya solüsyonlarının konsantrasyonuyla, pH'la, molekül büyüklüğüyle ve kimyasal özelliklerle ilgili bu yöntemi sınırlayan faktörler de vardır. En önemli dezavantajlardan biri kök kanalı içerisinde bulunan hava boşluklarının sıvının hareketini ve dolayısıyla boyanın penetrasyon hareketini engellemesidir. Bu probleme çözüm olabilmek adına yöntemin düşük basınç altında uygulanışı önerilmiş (WU, Degee, ve Wesselink 1994) fakat değişik basınçlar altında yapılan ölçüm sonuçlarının birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı farklılıklarda olmadığı da bildirilmiştir (Peters ve Harrison 1992). Bir diğer önemli dezavantaj ise boya moleküllerinin kök kanalı içerisindeki bakterilerden daha küçük olması (Kersten ve Moorer 1989) sebebiyle bakterilerin penetre olamadığı alanlara tutunabileceği için ağız içi ortamını birebir doğru simüle edememesidir (de Almeida, Pimenta, ve Felipe 2015). Boyanın apikal bölgeden en fazla 2 mm ilerleyebildiği ve daha uzaktaki boşluk alanlara penetre olamadığı da yapılan çalışmalarca ifade edilmiştir. Ayrıca kesit alma işlemiyle beraber boya uzaklaşabilmekte ve dişte madde kaybı meydana gelebilmektedir. Bu dezavantajlar nedeniyle boya sızıntı yönteminin kök kanal dolgu materyallerinin değerlendirmesi açısından kesin sonuçlar ortaya koymadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (Gee 2010; Gonza 2002).

### 2.5.2. Bakteri Sızıntı Yöntemi

1980 yılında ilk kez Goldman ve arkadaşları tarafından ifade edilmiştir. Kök kanal dolgusundaki sızıntıyı değerlendirmek amacıyla in vitro olarak hazırlanmış olan örnekler ilk olarak gram (+) veya gram (-) bakteri türlerini içeren besi yerine konulur (L. B. Goldman vd. 1980). İnkübasyon süresinin sonucunda besi yerindeki özel

işaretleyici solüsyonda meydana gelen renk değişikliğine göre sızıntı değerlendirmesi yapılır. Besi yerinde oluşan bu bulanıklık bakteri kontaminasyonunu belirtmektedir (Carratù vd. 2002). Bu yöntemde en sık kullanılan bakteri ve mantar türleri *Enterococcus faecalis* (Timpawat, 2001), *Streptococcus salivarius* (Maltezos vd. 2006), *Candida albicans* ve *Streptococcus mutans*'tır (Miletic vd. 2002). Diğer yöntemlere kıyasla biyolojik açıdan klinik durumu daha iyi simüle etmesinden dolayı tercih nedeni olabilmektedir (Siriporn Timpawat, Amornchat, ve Trisuwan 2001; Mavec vd. 2006). Fakat bu tekniğin de kısıtlamaları ve dezavantajları vardır. Bakteriyel sızıntı yöntemiyle yapılmış olan ölçümlerin nitel değerler olması sonuçların doğruluk derecesini etkileyebilmektedir. Kök kanalı dolgusunda meydana gelebilecek olan boşluk miktarı az ya da çok olsun bakteri geçişi gerçekleştiği zaman besi yerinde çoğalabileceği için solüsyonda renk değişikliği olabilmekte ve bu da yanılgılara sebebiyet verebilmektedir. Ayrıca antibakteriyel özellik taşıyan patların kullanıldığı kanal dolgularında bu yöntem uygulanamamaktadır (Maltezos vd. 2006). Bunun yanı sıra kullanılacak olan alet ve deney ortamın sterilizasyonuna dikkat edilmediği zaman kontaminasyon oluşur ve yanlış sonuçlar meydana gelebilir (Brosco vd. 2010). Bakteri toksin ve enzimlerinin geçiş yapabileceği boşluklar bakterilerin geçebileceği boşluklardan çok daha küçük olmasından dolayı klinik sonuçlar bu yöntemle elde edilen sonuçlardan daha farklı çıkabilmektedir.

### 2.5.3. Sıkıştırılmış Hava Yöntemi

Çok eski bir yöntemdir. İlk defa restoratif tedavide amalgam dolguların kenar uyumlarını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. 1980'de Nielsen endodontide denemiştir (Nielsen 1980). Bu yöntemde kök kanalının içerisine pulpa odası boyunca basınçlı bir hava uygulanır, kanal içerisinde kaybolan basınç ölçülür. Yöntemin en büyük dezavantajı klinik durumu yansıtmamasıdır. Bu nedenle çok tercih edilmemektedir.

### 2.5.4. Elektrokimyasal Yöntem

Bu yöntemin prensibi; eksternal bir güç kaynağıyla ilişki olarak, elektrolit içine bandırılmış iki metalin arasında oluşacak olan elektrik akımının ölçülmesidir. İlk olarak dişler izole edilir daha sonra kök kanalı dolgusu yapılır ve koronal bölgedeki gütaperka uzaklaştırılarak buraya anot görevi gören bir bakır tel yerleştirilir. Hazırlanan sistemde katot görevini paslanmaz çelik tel görür, %1'lik potasyum klorür solüsyonuna

bırakılarak düzenek hazırlanmış olur. Akım uygulanır, sonra elektrokimyasal örnek içerisinde geçen alternatif akımda meydana gelen değişiklikler ölçülür. Böylece kök kanal dolgusu içerisinde bulunan boşluklar hakkında veriler elde edilir (Pradelle-Plasse vd. 2004). Nicel verilerin elde edilebilmesi, ölçüm sırasında örneklerin zarar görmemesi ve belirli aralıklarla ölçümlerin yinelenenebilir olması yöntemin avantajlarıdır. Bununla beraber detektör elektrod kök kanalı içerisinde meydana gelen apikal mikrosızıntı ile temas etmediği sürece hatalı sonuçlar elde edilebilir.

### **2.5.5. Radyoizotop Yöntemi**

Radyoizotop yöntemi bir alfa veya beta partikülünün ışığa benzeyen bir şekilde fotoğraf filmine etki etmesi sonucu enerji durumunun değiştirilebileceği fikriyle ortaya çıkmış bir yöntemdir. Bu yöntemde en çok kullanılan izotoplar  $Ca^{45}$ ,  $I^{131}$ ,  $S^{35}$ ,  $Na^{22}$ ,  $Rb^{86}$ ,  $C^{14}$  ve  $P^{32}$  izotoplarıdır. Hazırlanan örnek dişler bu radyoizotop solüsyonlarından birinde bekletilir. Sonra periapikal filmin üzerine yerleştirilerek tab edilir. Bunun sonucunda radyoizotopların kök kanal dolgusunun içindeki boşluklardan geçişi film üzerinde görüntülenebilir (Karadağ 2005). Ölçümler sırasında kullanılan izotop, ışın kaynağı ve emülsiyon maddesi arasındaki mesafe, filmin ekspoz olma süresinin uzunluğu, ışınlama süresi, filmin banyo işlemleri daha ayrıntılı sonuçlar elde edilmesinde rol oynarlar (Charlton ve Moore 1992). İzotop moleküllerinin büyüklüğü ( $40\mu m$ ) boya moleküllerinin büyüklüğünden ( $120\mu m$ ) çok daha küçüktür. Bu sayede radyoizotop yöntemiyle elde edilen sonuçlar boya sızıntı yöntemine göre daha detaylıdır. Ayrıca çekilen radyografilerle kalıcı ve saklanabilir. Pahalı olmaları, çok hassas çalışma gerekliliği, subjektif sonuçlar elde edilmesi ve radyoaktif madde kullanımının insan sağlığına olan zararlı etkileri bu yöntemin dezavantajlarıdır (Taylor ve Lynch 1992).

### **2.5.6. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi**

Bu yöntemde öncelikle boya sızıntı yönteminde kullanılan boyalardan herhangi birisi kullanılarak mikrosızıntı değeri belirlenir. Daha sonra örnekler Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile analiz edilerek kök kanal dolgularının adezyonu ve sızıntısı hakkındaki veriler belirlenir. Mevcut verileri doğrulamak amacıyla diğer sızıntı yöntemleriyle birlikte kullanılabilir. Bu yöntemin en önemli dezavantajı; örneklerden kesit alınırken oluşabilecek olan boşlukların ölçüm sırasında yanılğıya neden olabilmesidir

### 2.5.7. Glikoz Penetrasyon Yöntemi

Xu ve arkadaşları 2005 yılında yaptıkları bir çalışmada glikozun bakteriler için besin kaynağı olmasından ve moleküler boyutunun küçük olmasından ilham alarak glikoz penetrasyon yöntemini endodonti dünyasına sunmuşlardır (Xu vd. 2005). Bu yöntemde kök kanalı dolgusu yapılmış olan dişin koronal kısmı glikoz içeren bir tüpe bağlanır ve apikal kısım suya daldırılır. Apikal kısma ulaşan glikoz, glikoz oksidaz ve peroksida enzimleriyle bir reaksiyon başlar. Oksidasyon sonucu açığa çıkan ürün spektrofotometre ile ölçülerek sayısal değerler ortaya çıkar (Shemesh, Wu, ve Wesselink 2006; S. Y. Kim vd. 2015). Düzenegin hazırlanışı ve çalışılmasının kolay oluşu, gerekli malzeme ve ekipmana kolay ulaşılabilirlik, glikozun klinik şartları diğer indikatörlere kıyasla daha iyi yansıtması, testin yüksek duyarlılığı, spektrofotometre ile gözlemciden bağımsız tekrarlanabilir olması ve kantitatif ölçümlerin yapılabilmesidir (Shemesh vd. 2007; González-Castillo vd. 2011).

### 2.5.8. Sıvı Filtrasyon Yöntemi

Sıvı filtrasyon yöntemi 1983'te Pashley ve arkadaşları tarafından dentin tübüllerindeki sıvı geçişinin tespiti amacıyla geliştirilmiştir (D. H. Pashley, Thompson, ve Stewart 1983). 1986 yılında Derkson ve arkadaşları restoratif materyallerde oluşabilecek sızıntı miktarını ölçmek için bu yöntemi daha da geliştirmişlerdir (Derkson vd. 1986). Wu ve arkadaşları ise 1994 yılında kök kanal dolgularının apikal sızıntısını ölçmek için yönteme katkıda bulunmuş ve sıvı filtrasyon yöntemi endodontide popüler olmuştur (WU, DE GEE, ve WESSELINK 1994). Sıvı filtrasyon düzeneği basıncın sağlandığı bir oksijen tüpü, içerisinde distile su bulunan basınçlı buhar kabı, basınç yardımıyla sıvı ve boşluğun hareket edebildiği lastik boru, cam mikro pipet ve hava kabarcığı meydana getiren bir mikro şırıngadan oluşur. Kök kanalı dolgusundan sonra ölçüm yapılacak alana göre kökün apikal ya da koronal ucu lastik boru içine yerleştirilir ve kök ile lastik boru arasında sıvı sızıntısı olamsın diye yapıştırıcı ile yapıştırılır. Mikro şırınga ile baloncuk oluşturulup hareket sağanarak cam mikro pipetin içinde sabitlenir. Sistemden gelen basınç ile lastik borulardaki distile su kanal içerisindeki boşluklu alanlardan geçer ve sıvının hareketiyle cam mikro pipetteki baloncuğun hareketine sebep olur. Belirli bir zaman süresince baloncuğun hareketi ölçülür ve kaydedilir. 2005 yılında Oruçoğlu ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada bu düzeneğe basıncı kontrol altında tutmak için basınç göstergesi ve hava kabarcığının hareketinin izlenebildiği

bilgisayar destekli lazer ölçüm sistemini eklediklerini bildirmişlerdir (Orucoglu vd. 2005).

Bu yöntemin diğer sızıntı yöntemlerine nazaran birçok avantajı mevcuttur. Diğer yöntemlerde alınmış kesitlerde veya radyografilerde görünemeyen küçük boşluklar sıvı filtrasyon yöntemiyle görülebilmektedir (Van Der Sluis vd., 2005). Ölçümler sırasında örnekler zarar görmez ve belirli zaman aralıklarında ölçümler tekrarlanabilir (Bayram vd. 2015). Böylece kanal dolgu materyallerinin zamana bağlı olarak büzülme ve rezorpsiyonları incelenebilir (Cobankara vd. 2008; Bayram vd. 2015). Bu yöntemle apikal ve koronal bölgenin her ikisindeki sızıntı değerleri ölçülebilir (Bayram vd. 2013). Aynı zamanda endodontik tedavide kullanılan bazı materyallerin kökün bir yerindeki sızıntı değeriyle birlikte diş hekimliğinde kullanılan çeşitli restoratif materyallerin dentin geçirgenliğinin de tespiti yapılabilmektedir. Yapılan ölçümler sonucunda kantitatif sonuçlar elde edilmektedir (Ceyhanli vd. 2015). Bilgisayarlı sıvı filtrasyon yönteminde lazer ile gözlenen hava kabarcığı bilgisayar ile kayıtlandığından gözlemciye bağlı yanılma payı riski de ortadan kaldırılmıştır (Onay vd. 2010).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

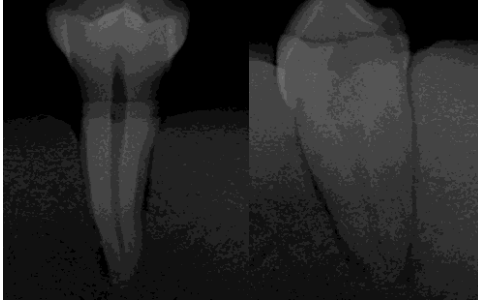
Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti kliniğinde, bilgisayarlı sıvı filtrasyon deneyleri ise Bolu İzzet Baysal Üniversitesi Endodonti Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma öncesinde İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvurulmuş ve 26.04.2018 tarih ve 153082 sayılı belge ile onay alınmıştır.

Çalışmamızda İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi bölümünden temin edilen ve çekim nedenleri bilinmeyen 80 adet alt ikinci küçük azı insan dişi kullanılmıştır. Dişlerin kök yüzeylerindeki sert ve yumuşak doku artıkları uzaklaştırıldıktan sonra, çalışmanın yapılacağı zamana kadar içine timol kristali konulmuş distile suda buzdolabının sebzelik bölümünde bekletilmiş ve bu su her hafta değiştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan dişlerin dahil edilme kriterleri :

Çalışmamızda kullanılacak dişlerden mesio-distal ve bukkal-lingual yönden radyografiler alınmış ve bu radyografiler incelenerek aşağıda belirtilen kriterlere uygunluk yönünden değerlendirme yapılmıştır (Fotoğraf 3.1). Bu kriterlere uyan örnek dişler çalışmaya dahil edilmiştir.

1. Kök kanal gelişimini tamamlamış ve tek kanallı olması
2. Kök kanal eğiminin 0-15 derece arasında olması
3. Kök kanallarında kalsifikasyon, rezorpsiyon, eski kanal dolgusu, kırık alet bulunmaması
4. Köklerin kanal ağzından foramen apikaleye kadar kanal devamlılığının radyografik olarak görülebilmesi ve #10 no'lu bir K tipi eğenin foramen apikaleye kadar rahatça ilerletilebilmesi



**Fotoğraf 3. 1: Dişlerin bukko-lingual ve mesio-distal yönden alınmış radyografileri**

### **3.1. Kök Kanallarının Hazırlanması**

Seçilen örnek dişlerin kural kısımları, aereöre takılı bir elmas frez(Diatech, South Carolina, ABD) yardımı ile su soğutması altında, boyları kök ucundan itibaren 15 mm olacak şekilde kesilerek standardize edilmiştir. Endodontik çalışma boyu, #10 no'lu K tipi eğe (Dentsply Sirona, Konstanz, Almanya) kök kanallarında eğenin ucu apikal foramenden görünecek şekilde ilerletilmiş, bu boydan 1 mm geride olarak belirlenmiştir. Örnek dişlerin kök kanallarının şekillendirilmesinde ProTaper Next Ni-Ti (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) döner alet sistemi kullanılmıştır. Döner alet sistemi kullanılmaya başlamadan önce kök kanallarına giriş yolu oluşturmak amacıyla önce #10 no'lu K tipi eğe (Dentsply Sirona, Konstanz, Almanya) ile çalışma boyunda ilerlenmiştir. Ardından kanalın içerisi %2,5'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) (Chloraxid, CerKamed, Stalowa Wola, Polonya) vidalı tipte bir şırınga (Monoject, CardinalHealth, Dublin, İrlanda) ucuna takılmış 30 Gauge yandan delikli endodontik yıkama iğnesi (NaviTip Sideport, Ultradent, South Jordan, UT,USA) yardımı ile doldurulmuş ve #15 no'lu K tipi eğe ile çalışma boyuna ilerlenerek döner alet için giriş yolu hazırlanmıştır. Üretici firmanın önerileri doğrultusunda ProTaper Next X1 (0.17/.04) eğesi çevresel eğeleme yapılarak kök kanalı içerisinde 1-2 mm'lik ileri geri hareketlerle çalışma boyuna ulaşılan kadar kullanılmıştır. Bu sırada eğe kök kanalında en fazla 10 saniye süreyle tutulmuştur. Bu sürenin sonunda eğe kanaldan çıkartılmış, üzerindeki dentin artıkları bir gazlı bez yardımıyla temizlenmiş ve kök kanalı da 2ml NaOCl ile yıkanmıştır. Bu işlem eğe çalışma boyuna rahatça ulaşana kadar tekrar edilmiştir. Her eğeden sonra kanalın debris ile tıkanmasını önlemek amacıyla tekrar #10 no'lu K tipi eğe ile çalışma boyunda rekapütilyasyon yapılmıştır. X1 çalışma boyuna rahatça ulaştıktan sonra daha önce anlatıldığı gibi sırasıyla X2 ( 0.25/.06), X3 (0.30/.07) ve son

eğeler olarak X4 (0.40/.06) no'lu eğeler kullanılarak şekillendirme tamamlanmıştır. Böylece apikal son şekillendirme 0,40/0,6 olmuştur. Bütün şekillendirme işlemi sırasında kök kanalları sürekli olarak yıkama solüsyonu ile dolu tutulmuştur. Kök kanalı şekillendirmesi tamamlandıktan sonra smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla son yıkama yapılmıştır. Bu işlem sırasıyla şu şekilde gerçekleştirilmiştir: önce 5 ml NaOCl ile yıkama yapılmış, bunu takiben 5 ml %17'lik EDTA (ENDO-SOLution, CerKamed, Stalowa Wola, Polonya) kullanılmış ve bu işlem 1 dakika sürmüştür. Daha sonra tekrar 5 ml NaOCl ve 5 ml distile su ile yıkama yapılarak işlem tamamlanmıştır. Kök kanallarını kurutmak amacıyla bu Ni-Ti eğelere özel olarak hazırlanmış ProTaper Next X4 no'lu kurutma kağıtları (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kanalların içi tamamen kuru kalıncaya kadar kullanılmıştır.

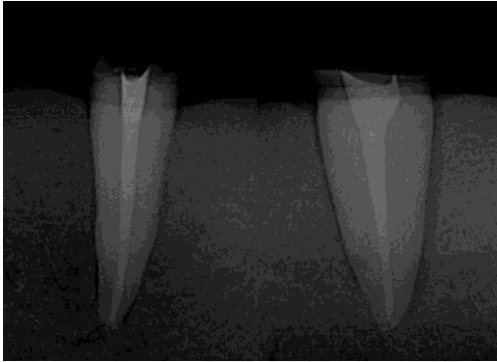
### **3.2. Kalsiyum Hidroksit Preparatlarının Kök Kanallarına Yerleştirilmesi**

Çalışmamızda şekillendirilmesi tamamlanan örnek dişlerin kök kanallarına, iki farklı formda kalsiyum hidroksit preparatları yerleştirilmiştir. Bunlardan biri, kullanıma hazır enjekte edilebilir formda olan UltraCal XS (Ultradent, South Jordan, UT,USA), diğeri ise distile su ile karıştırılarak hazırlanan toz formundaki saf kalsiyum hidroksit (Sultan HealthCare, Inc., Englewood, NJ, USA) preparatıdır.

#### **3.2.1. Kullanıma Hazır Enjekte Edilebilir Kalsiyum Hidroksit Preparatlarının Kök Kanallarına Yerleştirilmesi**

Kök kanallarının şekillendirilme ve kurutma işleminin ardından kullanıma hazır enjekte edilebilir kalsiyum hidroksit preparatı olarak UltraCal XS (Ultradent, South Jordan, UT,USA) kullanılmıştır. UltraCal XS, 12,5 pH değerine sahip radyopak enjektabl formda aköz bir kalsiyum hidroksit preparatıdır. Kök kanallarına yerleştirmek amacıyla enjeksiyon ucuna NaviTip (Ultradent, South Jordan, UT,USA) uç takılmaktadır. Kullanılırken çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde kök kanallarına yerleştirilmiş ve enjeksiyon ucunun kök kanallarında serbest olduğu gözlemlenmiştir. Kalsiyum hidroksit kanalların içerisine yerleştirilirken apikalden kuronale doğru enjeksiyon geri çekilerek kuronalden kalsiyum hidroksit görülene kadar devam edilmiştir. Ardından kalsiyum hidroksitin kök kanallarına tamamen adaptasyonu için bir mikromotor ucuna takılmış 30 numaralı lentülo (VDW, Münih, Almanya) 5000 rpm devirde çalışma boyundan 5 mm kısa olacak şekilde çalışır durumdayken yerleştirilmiştir. Kalsiyum hidroksit kök kanallarının apikal kısmında görülene kadar

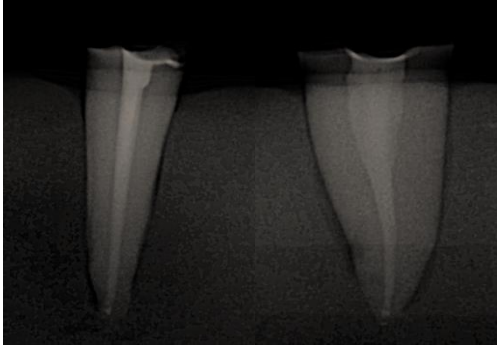
sürekli dönme hareketi ile yerleştirilmiştir. Ardından kök kanallarının tamamen kalsiyum hidroksit ile dolu olduğunu belirlemek amacıyla radyografi alınmış, boşluk olduğu belirlenen örneklerde kalsiyum hidroksit tamamlanmıştır (Fotoğraf 3.2). Fazla kalsiyum hidroksit ekskavatör yardımıyla kanal ağzlarından uzaklaştırılmış ve giriş kavitesi pamuk pelet ve geçici dolgu maddesi Cavit G (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ile kapatılmıştır. Örnekler seanslar arasında geçen süreyi taklit etme amacıyla 1 hafta boyunca 37°C ve %100 nemli ortamda bekletilmiştir.



Fotoğraf 3. 2: Enjektabl kalsiyum hidroksit yerleştirilen örneğe ait radyografiler

### 3.2.2. Toz Formunda Saf Kalsiyum Hidroksit Preparatlarının Likit İle Karıştırılarak Kök Kanallarına Yerleştirilmesi

Kök kanallarının şekillendirme ve kurutma işleminin ardından kalsiyum hidroksit tozu distile su ile siman spatülü yardımıyla pat kıvamını alana dek karıştırılarak kök kanallarına yerleştirmek üzere hazırlanmıştır. Kök kanallarına yerleştirmek amacıyla bir mikromotor ucuna takılmış 30 numaralı lentülo (VDW, Münih, Almanya) 5000 rpm devirde çalışma boyundan 5 mm kısa olacak şekilde çalışır durumdayken yerleştirilmiştir. Kalsiyum hidroksit kök kanallarının apikal kısmında görüne kadar sürekli dönme hareketi ile yerleştirilmiştir. Ardından kök kanallarının tamamen kalsiyum hidroksit ile dolu olduğunu belirlemek amacıyla radyografi alınmış, boşluk olduğu belirlenen örneklerde kalsiyum hidroksit tamamlanmıştır (Fotoğraf 3.3). Fazla kalsiyum hidroksit patı ekskavatör yardımıyla kanal ağzlarından uzaklaştırılmış ve giriş kavitesi pamuk pelet ve Cavit G geçici dolgu materyali ile kapatılmıştır. Örnekler seanslar arasında geçen süreyi taklit etme amacıyla 1 hafta boyunca 37°C ve %100 nemli ortamda bekletilmiştir.



Fotoğraf 3. 3: Toz-likit formunda kalsiyum hidroksit yerleştirilen örneğe ait radyografiler

### 3.3. Deney Gruplarının Dağılımı

Kök kanallarının şekillendirilmesinden sonra dişler randomize bir şekilde her alt grupta 10 adet olmak üzere 3 adet deney grubu 2 adet de alt gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu ise her ana grupta 20 adet diş kökü olması sebebiyle 20 adet olarak belirlenmiştir. Deney gruplarının dağılımı Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3. 1: Deney gruplarının dağılımı

| Gruplar       | Kalsiyum hidroksit uzaklaştırma yöntemi | Kalsiyum Hidroksit formu | N  |
|---------------|-----------------------------------------|--------------------------|----|
| Grup 1        | İrrigasyon iğnesi                       | a)Enjeksiyon form        | 10 |
|               |                                         | b)Saf Toz-Likit form     | 10 |
| Grup 2        | Sonik (EDDY) aktivasyon                 | a)Enjeksiyon form        | 10 |
|               |                                         | b)Saf Toz-Likit form     | 10 |
| Grup 3        | Pasif Ultrasonik aktivasyon             | a)Enjeksiyon form        | 10 |
|               |                                         | b)Saf Toz-Likit form     | 10 |
| Kontrol Grubu |                                         |                          | 20 |

**Grup 1:** İki farklı formda kalsiyum hidroksit yerleştirilen 20 adet diş kökünün giriş kavitetlerinden geçişi dolgu maddesi uzaklaştırılmıştır. Ardından dental enjektöre

takılan 30G yandan delikli irrigasyon iğnesi (NaviTip, Ultradent, South Jordan, UT,USA) çalışma boyundan 1mm kısa olacak şekilde kök kanalına yerleştirilmiştir. Bu şekilde enjektör kanal içerisinde 5mm ileri geri hareket ettirilerek 2,5 ml %2,5'lik NaOCl solüsyonu ile 30 saniye boyunca irrigasyon yapılmıştır. Bu döngü 2 kez tekrarlanarak toplamda 1 dakikalık sürede 5 ml NaOCl kullanılmıştır. Daha sonra kök kanalları 2,5 ml %17'lik EDTA ile 30 saniye süre boyunca yıkanmış ve bu süreç bir kez daha tekrar edilerek toplamda 5 ml EDTA 1 dakika sürede kullanılmıştır. Son yıkama ajanı olarak 5 ml distile su kullanılmıştır.

**Grup 2:** İki farklı formda kalsiyum hidroksit yerleştirilen 20 adet diş kökünün giriş kavitelerinden geçici dolguları uzaklaştırılmıştır. EDDY (VDW, Münih, Almanya) ile sonik aktivasyon, bir air scalera (SONICflex, KaVo, Biberach, Almanya) poliamid ucun bağlanması ile gerçekleştirilmiştir. Kök kanalları Navi-Tip yıkama iğnesiyle 2,5ml %2,5 NaOCl ile EDDY sisteminin poliamid ucunun çalışma boyundan 1 mm geride ve serbest kaldığını gözlemleyerek, 30 saniye boyunca 6000 Hertz frekansında 2-4 mm'lik hareketlerle aktivasyonu yapılarak yıkanmıştır. Aktivasyon süresince kök kanalları yıkama ajanı ile sürekli dolu tutulmuştur. Bu işlem bir kez daha tekrarlanarak toplamda 5 ml NaOCl 1 dakikalık aktivasyon yapılarak kullanılmıştır. Bu aşamadan sonra yine yıkama iğnesi ile 2,5 ml %17'lik EDTA yıkama solüsyonunun EDDY ile 30 saniye boyunca aktivasyonu sağlanmış ve işlem bir kez daha tekrar edilerek toplamda 5 ml EDTA 1 dakika boyunca aktive edilmiştir Son yıkama ajanı olarak 5ml distile su kullanılmıştır.

**Grup 3-** İki farklı formda kalsiyum hidroksit yerleştirilen 20 adet diş kökünün giriş kavitelerinden geçici dolguları uzaklaştırılmıştır. Pasif ultrasonik yıkama aktivasyonu amacıyla ultrasonik cihaza (P5XS, Acteon, Fransa) Irrisafe (Acteon, Fransa) 25 nolu 25 mm uç takılarak çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde yerleştirilip kök kanallarının merkezinde tutularak çalışılmıştır. Kök kanalları yıkama iğnesi yardımıyla 2,5 ml %2,5 NaOCl ile 30 saniye boyunca pasif ultrasonik aktivasyonu sağlanmıştır. Bu işlem bir kez daha tekrar edilerek toplamda 5 ml NaOCl ile 1 dakikalık pasif ultrasonik aktivasyon sağlanmıştır. Ardından 2,5 ml %17'lik EDTA ile kök kanalları 30 saniye boyunca pasif ultrasonik aktivasyon sağlanarak yıkanmıştır. Aynı şekilde işlem tekrar edilerek toplamda 5 ml EDTA 1 dakikalık süre boyunca pasif

ultrasonik aktivasyonla kullanılmıştır. Son yıkama ajanı olarak 5 ml distile su kullanılarak yıkama süreci sonlandırılmıştır.

**Kontrol Grubu:** Bu gruptaki 20 adet diş daha önce anlatılan kök kanallarını şekillendirme yöntemiyle şekillendirilmiş olup, kalsiyum hidroksit kullanılmadan kök kanal dolguları yapılmıştır.

### 3.4. Kök Kanallarının Doldurulması

Kök kanalları, kalsiyum hidroksitin farklı irrigasyon yöntemleriyle uzaklaştırılmasının ardından lateral kondansasyon yöntemi ile doldurulmuştur. Kontrol grubundaki örneklerde kanal dolgusu, şekillendirmelerin hemen ardından yapılmıştır. Kök kanalı dolgusunda öncelikle ana kon belirlenmiş ve uyumluluğu kontrol edilmiştir. Ana kon olarak MAF olarak kullanılan ProTaper Next X4 (0.40/.06) eğesine uyumlu olan #40/0,02 (DiaDent Vancouver, BC, Kanada) numaralı kon seçilmiştir. Ana kon çalışma boyuna uyumlandırıldıktan sonra, endodontik çalışma boyu ile uyumu radyografik olarak kontrol edilmiş ve “tug back” olarak adlandırılan sıkışma hissi alınıp alınmadığı da değerlendirilmiştir. Kanal patı olarak, AH Plus rezin esaslı kök kanal patı (Dentsply Sirona, Konstanz, Almanya) kullanılmıştır. Kök kanalları ana kon ile uyumlu paper pointler ile kurutulduktan sonra 1:1 oranında bir kağıt blok üzerinden karıştırılan kanal patı, paper point’in ucuna bulanarak kök ucuna ve kanal duvarlarına uygulanmıştır. Ardından ucu az bir miktar kanal patına bulanana ana kon çalışma boyuna yerleştirilmiştir. Kök kanalındaki kalan boşluklar #20 numaralı spreaderların (VDW, Münih, Almanya) yardımıyla çalışma boyunun 1mm gerisinden başlayarak lateral olarak kondanse edilmiş ve oluşan boşluklar #20/0,02 yardımcı güta perka konları ile doldurulmuştur. Yardımcı konların kanala konmadan evvel bir miktar kanal patına bulanmıştır. Kondansasyon işlemine spreaderların kök kanalların girişine 2 mm geride kalacak şekilde boşlukların doldurulması sağlanana kadar devam edilmiştir. Güta perka fazlalıkları kızgın bir bir ekskavatör yardımıyla uzaklaştırılmıştır.

Örnekler, kök kanal dolgusunun tamamlanmasının ardından bilgisayarlı sıvı filtrasyon ölçümleri yapılacağı zamana kadar, içinde distile suya batırılmış süngerler bulunan 30 ml’lik kapaklı plastik saklama kapları içine konmuştur. Böylece örnekler %100 nemli ortamda, 37°C’ye ayarlanmış etüvde, muhafaza edilerek fizyolojik koşullar sağlanmaya çalışılmıştır. Örnek kapları Fotoğraf 3.4’te görünen şekilde

numaralandırılarak randomizasyon programı (random.org) yardımı ile deney gruplarına ayrılmıştır.

Bilgisayarlı sıvı filtrasyon cihazının ölçümünü test etmek amacıyla 6 adet diş, her iki grupta da 3 adet diş olacak şekilde, pozitif sızıntı kontrolü ve negatif sızıntı kontrolü için hazırlanmıştır. Pozitif sızıntı kontrol grubundaki 3 adet örneğin kök yüzeylerine tırnak cilası sürülmemiş, negatif sızıntı kontrol grubunda ise 2 kat tırnak cilası sürülerek ölçüm için hazırlanmıştır.



Fotoğraf 3. 4: Örneklerin nemli ortamda muhafaza edilmesi

### 3.5. Bilgisayarlı Sıvı Filtrasyon Cihazı ile Apikal Mikrosızıntının Değerlendirilmesi

Çalışmamızda apikal mikrosızıntının değerlendirmesi amacıyla Wu ve arkadaşlarının (M,K, WU, 2010) düzenlediği sıvı filtrasyon düzeneğine Oruçoğlu ve arkadaşlarının (Oruçoğlu ve Şengün 2005; Orucoglu, Sengun, ve Yilmaz 2005) yaptığı değişikliklerle hazırlanan bilgisayar kontrollü sıvı filtrasyon deney düzeneği kullanılmıştır (Fotoğraf 3.5).



**Fotoğraf 3. 5: Bilgisayarlı sıvı filtrasyon ölçüm düzeneği**

Sıvı filtrasyon cihazı yardımıyla ölçülen apikal mikrosızıntı kök kanal dolgusuyla diş yüzeyi arasından geçen sıvı miktarı olarak kabul edilmiştir. Sıvı filtrasyon düzeneği içerisinde yer alan distile su, sabit 180kPa basıncı altında örneklerin apikal bölgesinden geçirilmesiyle apikal mikrosızıntı oluşturulmuştur. Bu sızıntının ölçülmesi düzenepteki cam pipetin içerisinde ölçüm yapan kişi tarafından oluşturulan hava kabarcığının hareketi ile yapılmıştır.

### **3.6. Örneklerin Sıvı Filtrasyon Ölçüm Düzeneğine Göre Hazırlanması**

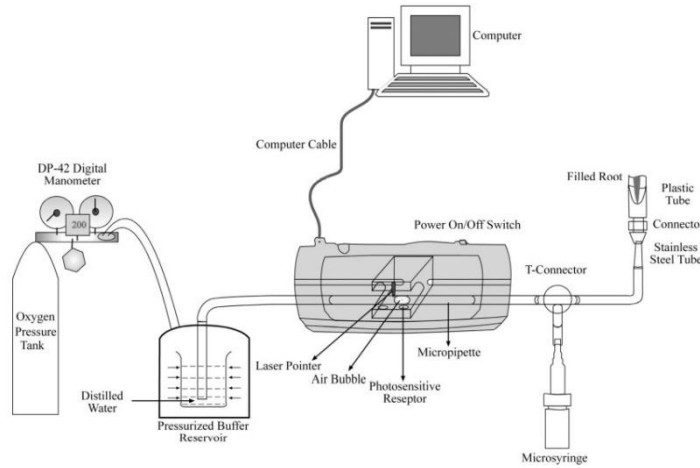
Çalışmadaki örnekler sıvı filtrasyon cihazına bağlanmadan önce apikal kısımlarından plastik borulara yerleştirilmiştir. Bu amaçla kullanılan plastik borunun iç çapı 3mm, dış çapı ise 6 mm olarak belirlenmiştir. Örneklerdeki diş köklerinde koronale yakın olan 2-3 mm'lik kısımlar açıkta bırakılmıştır. Apikal bölgeye yerleştirilen plastik boruların sızıntı oluşturmaması amacıyla bu bölgeler siyanoakrilat yapıştırıcı (Patex, Henkel, Türkiye) ile sabitlenmiştir (Fotoğraf 3.6).



**Fotoğraf 3. 6: Örneklerin plastik borulara siyanoakrilat ile sabitlenmesi**

### **3.7. Örneklerin Sıvı Filtrasyon Düzenneğine Bağlanması**

Örneklerin apikal kısımlarındaki plastik boruların açıkta kalan ucu metal bir bağlayıcı ile 18 gauge'luk paslanmaz çelik tüpe bağlanmıştır. Bu paslanmaz çelik tüp, bir polietilen boru (Fisher 48 scientific, Pittsburgh, PA) ile 25  $\mu$ l'lik cam bir makro pipete ( Microcaps, Fisher Scientific, Pittsburgh, PA) bağlanmıştır. Cam mikro pipet ile paslanmaz çelik tüp arasına bir mikro şırınga yerleştirilmiştir. Ölçümler sırasında basıncın sabit kalması amacıyla bir oksijen tüpü üzerine dijital göstergesi olan bir basınç düzenleyici (DP-42 Digital pressure and vacuum sensors Red LED display SUNX Sensors, USA) takılmıştır. Düzenneği tamamlamak için basınç düzenleyici polietilen bir boru basınçlı buhar kabına bağlanmıştır. Mikroşırınga yardımıyla 1 mm distile su geri çekilerek düzenekteki bütün polietilen ve plastik boruların, cam mikropipetin ve mikroşırınganın basınçlı buhar kabından gelen distile su ile dolması sağlanmıştır. Düzenek içerisinde hava kabarcığı oluşturmak amacıyla mikroşırıngadan yararlanılmıştır. Bu hava kabarcığı cam mikropipetin içine sabitlenmiştir. Sıvının filtrasyonu sonucu oluşan hava kabarcığının birim zamandaki hareketi düzenneğe bağlı bir bilgisayar tarafından kontrol edilen lazerli bir ölçüm sistemi ile ölçülmüştür. Düzenneğin şematik görünümü Resim 3.1'de gösterilmiştir.



**Resim 3. 1: Bilgisayar destekli sıvı filtrasyon tekniği ile apikal mikrosızıntı ölçüm düzeneğinin şematik görünümü**

### 3.8. Bilgisayar Kontrollü Lazerli Ölçüm Sistemi

Bu ölçüm sistemi üç bölümden oluşmaktadır.

#### 1) Algılayıcı ünite

Bu ünite bir lazer ışık demeti ile iki adet lazer ışık algılayıcısından oluşmaktadır. Algılayıcı ünite cam mikropipete paralel olan kayar bir ünite platform üzerine sabitlenmiştir. Bu platform sağa ve sola hareket ederek mikropipetin uzunluğu boyunca içerisindeki hava kabarcığının konumunu bulmak üzere tarama yapabilecek şekilde düzenlenmiştir.

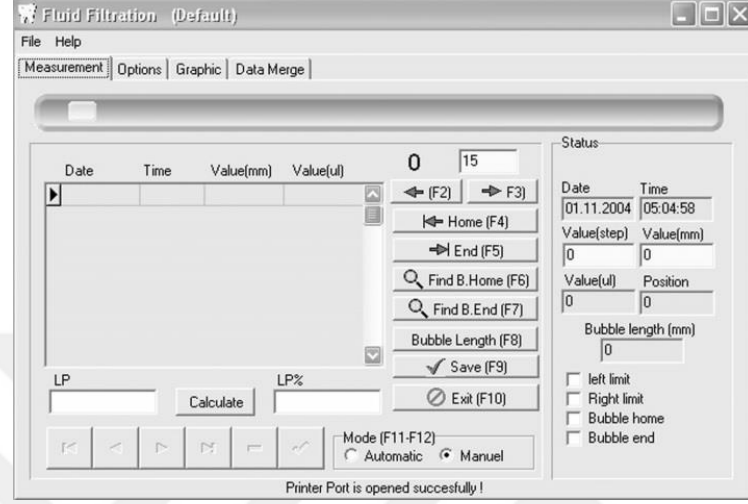
#### 2) Bilgisayar arabirimi ve kontrol ünitesi

Bilgisayardaki arabirim ünitesi sıvı filtrasyon düzeneğindeki verilerin bilgisayara aktarılmasını sağlamaktadır. Kontrol ünitesi ise bu verileri bilgisayar içerisinde dijital bilgilere dönüşmesini sağlamaktadır.

#### 3) Sıvı filtrasyon ölçüm sistemi programı

Bu program, bilgisayar kontrollü sıvı filtrasyon ölçüm sistemi amacıyla geliştirilmiş windows tabanlı bir programdır. Programdaki arabirim düzeneğinden bilgisayara aktarılan sinyalleri ve komutları cihaza aktarmaktadır. Cam mikropipetin içerisindeki hava kabarcığının algılanmasıyla sistemde otomatik moda geçilerek hava kabarcığının mikropipet içerisindeki hareketi kaydedilmeye başlanmaktadır.

Yapılacak olan ölçüm sayısı ve ölçümler arası geçen süreyi kullanıcı belirlemektedir. Kullanıcının belirlediği ölçümlerdeki hava kabarcığının hareketi bilgisayar ortamına tarih, süre, hareket miktarı gibi bilgilerle bilgisayar ortamına aktarılmaktadır (Resim 3.2).



Resim 3. 2: Sıvı Filtrasyon Programı ara yüzü

### 3.9. Sıvı Filtrasyon Düzeneginden Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Bu çalışmadaki örnekler 15 saniye aralıklı 8 adet ölçüm yapılarak toplamda 2 dakikalık sürede cam mikropipetin içerisindeki hava kabarcığının hareket miktarı hesaplanmıştır. Sistemdeki hareket miktarının hesaplanması amacıyla aşağıda gösterilen Pashley (D. Pashley 1990) formülü kullanılmıştır.

Sıvı akış miktarı×Mikrolitre çarpanı

Sıvı filtrasyon miktarı=----- = mm/(dak×cmH<sub>2</sub>O×cm<sup>2</sup>)

Su basıncı×Dentin yüzey alanı×Zaman

**Tablo 3. 2: Sıvı filtrasyon deneyinde kullanılan formülün açılımı**

|                               | <b>Birimi</b>                                |
|-------------------------------|----------------------------------------------|
| Sıvı filtrasyon miktarı       | mm/(dak*cmH <sub>2</sub> O*cm <sup>2</sup> ) |
| Dakikadaki hareket miktarı    | mm                                           |
| 25 µl'lik cam borunun çarpanı | 0,38                                         |
| Su basınç değeri              | 1019,7 cmH <sub>2</sub> O                    |
| Dentin yüzey alanı            | 0,1 cm <sup>2</sup>                          |
| Zaman                         | ¼ dak.                                       |

Çalışmadaki her bir örnekten elde edilen verilerin ortalması alınmıştır. Bu şekilde hava kabarcığının dakikadaki hareket miktarı mm/dk şekliyle hesaplanmıştır. Bu sonuç cam mikropipetin çapı olan 0,38 sabit değer ile çarpılmış ve µl cinsine çevrilmiştir. Daha sonra çıkan değer dentin yüzey alan değeri (1 cm<sup>2</sup>) ve su basıncının değerine (1835 cmH<sub>2</sub>O) bölünmüş ve sıvı filtrasyon miktarı elde edilmiştir. Bu formülün açılımı Tablo 3.2’de belirtilmiştir.

### **3.10. İstatistiksel Analiz**

Çalışmamızdan elde edilen bulguların istatistiksel analizleri SPSS versiyon 17.0 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu histogram grafikleri ve Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Tanımlayıcı analizler sunulurken ortalama, standart sapma ve medyan değerler kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen (nonparametrik) değişkenler iki grup arasında değerlendirilirken Mann Whitney U Testi, ikiden fazla grup arasında değerlendirilirken Kruskal Wallis Testi kullanılmıştır. P-değerinin 0.05’in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirildi.

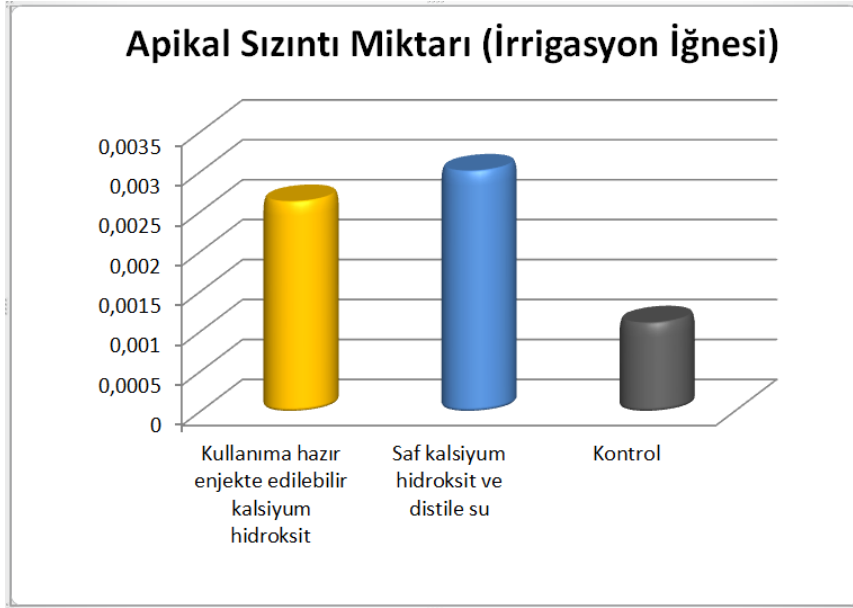
#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada, üç farklı kök kanalı irrigasyon yöntemiyle uzaklaştırılan iki farklı formdaki kalsiyum hidroksitin kök kanalı sızdırmazlığı üzerindeki etkinliği incelenmiştir. Deney ve kontrol gruplarında yapılan sıvı filtrasyon ölçüm değerleri  $\text{mm}/(\text{dak} \cdot \text{cmH}_2\text{O} \cdot \text{cm}^2)$  cinsinden belirlenmiş ve gruplarda elde edilen toplu sonuçlara ait ortalama, standart sapma ve medyan değerleri Tablo 4.1’de gösterilmektedir.

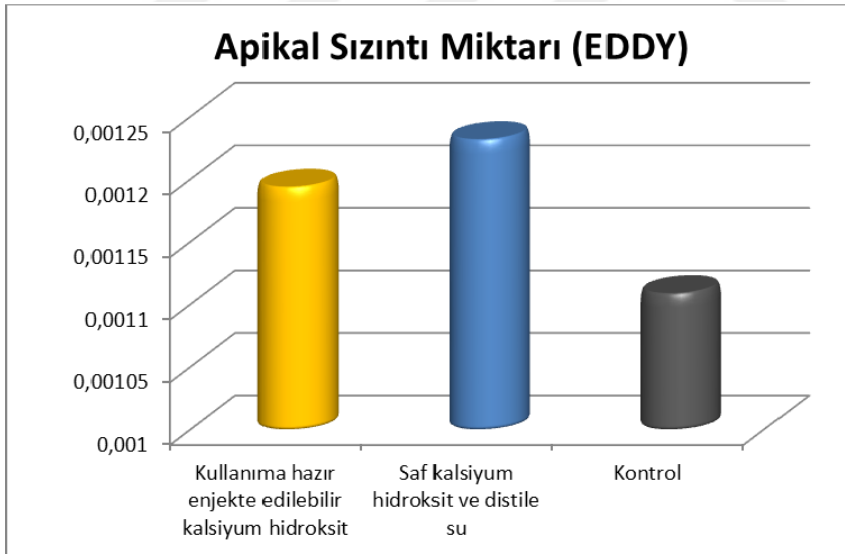
Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre, üç farklı irrigasyon yöntemiyle uzaklaştırılan, kullanıma hazır formdaki enjektabl kalsiyum hidroksit ile distile su le karıştırılarak hazırlanan kalsiyum hidroksit arasında apikal sızıntı yönünden yapılan değerlendirmede istatiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Her bir irrigasyon grubunun kendi içerisinde kalsiyum hidroksit uzaklaştırma etkinliği yönünden kontrol grubu ile kıyaslanmasına ilişkin veriler, ayrı ayrı Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’teki grafiklerde gösterilmektedir. Buna göre tüm gruplarda kullanılan kalsiyum hidroksitin formunun sonucu etkilemediği gözlemlenmiştir.

**Tablo 4. 1: Deney ve kontrol gruplarında yapılan sıvı filtrasyon ölçümlerinin ortalama, standart sapma ve medyan değerleri ile istatistiksel analiz sonuçları**

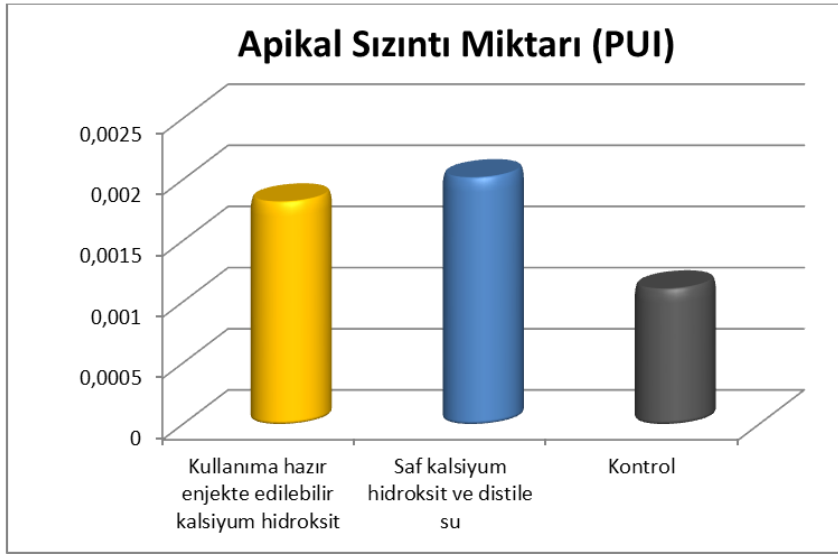
| İrrigasyon yöntemi                | Kalsiyum hidroksit formu                              | Ort      | s.s.     | Medyan   |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| Geleneksel şırınga ile irrigasyon | Kullanıma hazır enjekte edilebilir kalsiyum hidroksit | 0,002627 | 0,000326 | 0,002563 |
|                                   | Saf kalsiyum hidroksit ve distile su                  | 0,00301  | 0,000361 | 0,003148 |
|                                   | Kontrol                                               | 0,001109 | 0,000312 | 0,001134 |
|                                   | p                                                     | <0,001   |          |          |
| Sonik (EDDY)                      | Kullanıma hazır enjekte edilebilir kalsiyum hidroksit | 0,001194 | 0,000642 | 0,001017 |
|                                   | Saf kalsiyum hidroksit ve distile su                  | 0,001232 | 0,000413 | 0,001255 |
|                                   | Kontrol                                               | 0,001109 | 0,000312 | 0,001134 |
|                                   | p                                                     | 0,861    |          |          |
| Pasif ultrasonik irrigasyon       | Kullanıma hazır enjekte edilebilir kalsiyum hidroksit | 0,00182  | 0,000364 | 0,00194  |
|                                   | Saf kalsiyum hidroksit ve distile su                  | 0,002018 | 0,000349 | 0,001887 |
|                                   | Kontrol                                               | 0,001109 | 0,000312 | 0,001134 |
|                                   | p                                                     | <0,001   |          |          |



**Grafik 4. 1: İrrigasyon iğnesine ait alt gruplar ile kontrol grubunun apikal sızıntı miktarlarının grafiksel görünümü**



**Grafik 4. 2: EDDY grubuna ait alt gruplar ile kontrol grubunun apikal sızıntı miktarlarının grafiksel görünümü**



**Grafik 4. 3: PUI grubuna ait alt gruplar ile kontrol grubunun apikal sızıntı miktarlarının grafiksel görünümü**

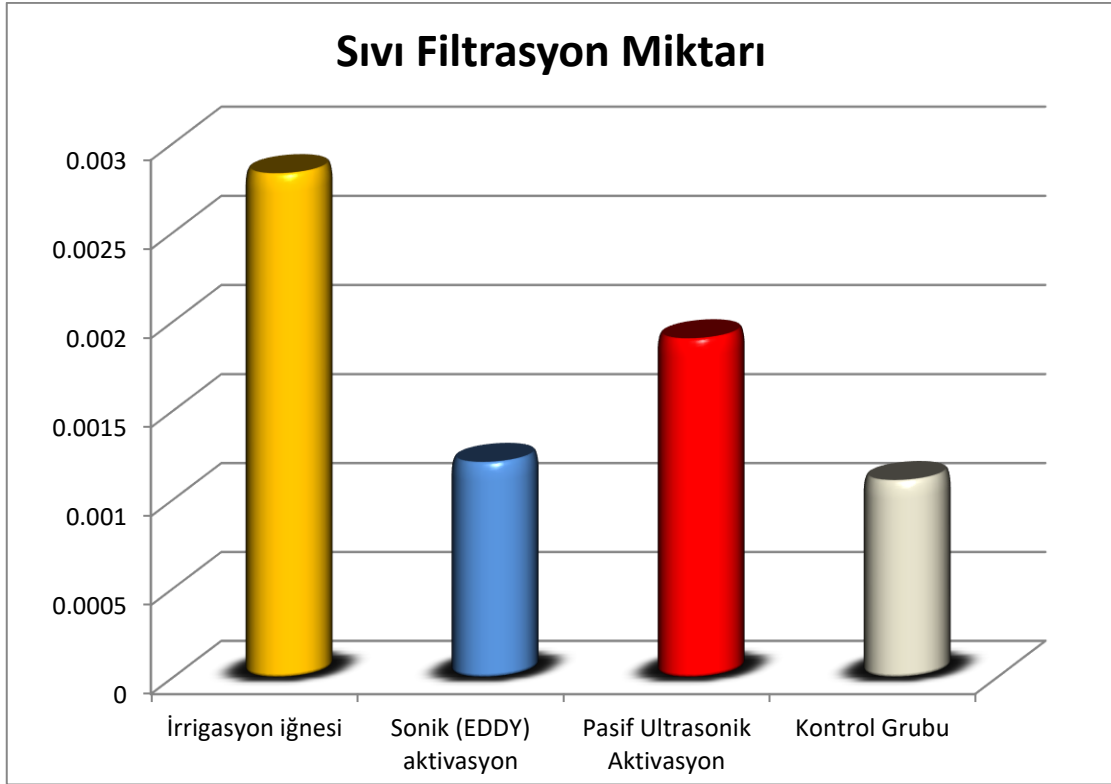
Kullanılan kalsiyum hidroksit preparatının cinsinin sonucu etkilemiyor olması nedeniyle irrigasyon gruplarındaki veriler birleştirilerek değerlendirilmiş ve bu veriler Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.3’de ve Şekil 4.4’te bulunan grafikte gösterilmektedir. Buna göre kullanılan kalsiyum hidroksit patının formuna bakılmaksızın gruplar arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede; EDDY’nin kullanıldığı Grup 2 (0,001211) ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Buna karşılık EDDY’nin kullanıldığı Grup 2 irrigasyon iğnesinin kullanıldığı Grup 1 (0,002831) ve Pasif Ultrasonik Aktivasyonun kullanıldığı Grup 3 (0,001905)’e göre anlamlı şekilde daha az sızıntı görülmüştür. Aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p < 0,05$ ).

Tablo 4. 2: Betimleyici istatistik verileri (apikal sızıntı)

|                                    | Ort             | s.s.     | Medyan   |
|------------------------------------|-----------------|----------|----------|
| <b>İrrigasyon iğnesi</b>           | 0,002831        | 0,000387 | 0,002796 |
| <b>Sonik (EDDY) aktivasyon</b>     | 0,001211        | 0,000537 | 0,001128 |
| <b>Pasif Ultrasonik Aktivasyon</b> | 0,001905        | 0,000359 | 0,001889 |
| <b>Kontrol Grubu</b>               | 0,001109        | 0,000312 | 0,001134 |
| <b>p</b>                           | <b>&lt;0,05</b> |          |          |

Tablo 4. 3: Gruplar arası istatistik verileri (Sarı ile işaretli veriler istatistiksel anlamlılık göstermektedir)

| Sample1-Sample2                       | Test Statistic | Std. Error | Std. Test Statistic | Sig. | Adj.Sig. |
|---------------------------------------|----------------|------------|---------------------|------|----------|
| <b>Kontrol-Sonic (eddy)</b>           | 2,097          | 6,401      | ,328                | ,743 | 1,000    |
| <b>Kontrol-Ultrasonic</b>             | 19,006         | 6,757      | 2,813               | ,005 | ,029     |
| <b>Kontrol-İrrigasyon iğnesi</b>      | 35,958         | 6,652      | 5,406               | ,000 | ,000     |
| <b>Sonic (eddy)-Ultrasonic</b>        | -16,909        | 6,120      | -2,763              | ,006 | ,034     |
| <b>Sonic (eddy)-İrrigasyon iğnesi</b> | 33,861         | 6,004      | 5,639               | ,000 | ,000     |
| <b>Ultrasonic-İrrigasyon iğnesi</b>   | 16,952         | 6,382      | 2,656               | ,008 | ,047     |



**Grafik 4. 4: Deney gruplarının apikal sızıntı miktarlarının grafiksel görünümü**

Gruplar arasında apikal sızdırmazlık başarısı yönünden bir sıralama yapıldığında; en fazla apikal sızıntı sırasıyla İrrigasyon iğnesi (Grup 1), daha sonra da Pasif Ultrasonik Aktivasyon (Grup 3) grubunda görülmüştür. Grup 1 ve Grup 3 kendi aralarında karşılaştırıldığında ise, pasif ultrasonik irrigasyonun irrigasyon iğnesine oranla daha az sızıntı gösterdiği saptanmış ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Nekrotik pulpalı enfekte dişlerde kök kanalı dezenfeksiyonunu sağlamak için seanslar arasında kök kanallarına kalsiyum hidroksit uygulaması endodontide yaygın kullanılan bir yöntemdir (J. F. Siqueira ve Lopes 1999). Kalsiyum hidroksitin etkili olabilmesi için kök kanalı duvarlarıyla doğrudan temasta olması ve 7 günden az olmamak üzere kök kanalında kalması gerektiği pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (SJOGREN U. 1985; Byström, Claesson, ve Sundqvist 1985). İstenen etki elde edildikten sonra kök kanal dolgusunun yapılabilmesi için kalsiyum hidroksitin tümüyle uzaklaştırılması gerekmektedir (Barbizam vd. 2008; Guiotti vd. 2014; S. K. Kim ve Kim 2002). Aksi halde temizlenemeden kalan kalsiyum hidroksitin yapılacak kanal dolgusunun sızdırmazlığını olumsuz olarak etkileyebileceği bildirilmiştir (Çalt ve Serper 1999). Kalsiyum hidroksitin kök kanallarından uzaklaştırılmasında çeşitli mekanik yöntemler kullanılabilmektedir. Bunlar arasında sonik (Wiseman vd. 2011), ultrasonik (Van Der Sluis, Wu, ve Wesselink 2007), manuel (T. Rödig vd. 2010) gibi irrigasyon aktivasyon yöntemleri, negatif basınç (Karatas vd. 2015), lazer (Eymirli vd. 2017) ve kanal fırçaları (Topçuoğlu vd. 2015) gibi yöntemler sayılabilir. Ayrıca kullanılan gliserin, su, metil selüloz, iyodoform gibi farklı kalsiyum hidroksitin taşıyıcılarının da sonucu etkileyebileceği bazı araştırmacılar tarafından öne sürülmüştür (Maalouf, Zogheib, ve Naaman 2013; Hosoya vd. 2004; Nandini, Velmurugan, ve Kandaswamy 2006).

Bu çalışmamızda, iki farklı taşıyıcı kullanılarak uygulanan kalsiyum hidroksit preparatının, sonik, ultrasonik gibi farklı irrigasyon aktivasyon yöntemleri ve geleneksel manuel irrigasyon yöntemiyle uzaklaştırılmasının apikal mikrosızıntıyı ne şekilde etkileyeceğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamız klinik koşullara uyumluluk açısından benzer bir çok çalışmada olduğu gibi çekilmiş insan dişleri üzerinde yapılmıştır (Pabel ve Hülsmann 2017; Nasab Mobarakeh vd. 2020; Donnermeyer vd. 2019). Anatomik varyasyonların sonuçları etkilemesini engellemek amacıyla düz köklü ve tek kanallı premolar dişler özellikle seçilmiştir. Şekillendirme yöntemi açısından örnek dişler arasında oluşabilecek farkları minimize edebilmek için standart olarak güncel bir NiTi bir döner alet sistemi olan ProTaper Next kullanılmış ve apikal şekillendirme nekrotik pulpalı dişlerde önerildiği (Rodrigues vd. 2017) gibi X4 (0.40/0.6) olacak şekilde tamamlanmıştır. Şekillendirme

sırasında kullanılan her eğeden sonra 2ml %2.5 NaOCl ile, ucuna 30Gauge yandan delikli endodontik yıkama iğnesi takılı bir şırınga yardımıyla yıkama yapılmıştır (Pabel ve Hülsmann 2017). Kalsiyum hidroksit preparatları geleneksel olarak toz halinde bulunur ve distile su, serum fizyolojik vb. gibi sıvı ile karıştırılarak pat haline getirilir ve lentülo kök kanallarına uygulanır (J. F. Siqueira ve Lopes 1999). Aynı zamanda metil selüloz (Eftekhar, vd. 2014), propilen glikol (De Faria-Júnior vd. 2012) gibi taşıyıcılar kullanılarak enjektabl formda kullanıma hazır preparatlar olarak da kullanıma sunulmuştur. Çalışmamızda kalsiyum hidroksitin kök kanallarına yerleştirilmesi amacıyla klinik koşullarda en sıklıkla kullanılan saf kalsiyum hidroksit tozu ile distile su taşıyıcısı ve propilen glikol taşıyıcısı ile hazırlanmış enjektabl formda kalsiyum hidroksit kullanılmıştır. Kalsiyum hidroksitin karbonize olmasını engellemek amacıyla saf kalsiyum hidroksit her bir örnek için anında hazır toz kalsiyum hidroksit ile distile su ile karıştırılarak taze olarak hazırlanmıştır (Jacy Simi Junior, Ricardo Machado , Cássio José Alves de Souza, Adriano Motta Loyola, Luiz Pascoal Vansan 2015). Yapılan bir çok çalışmada kalsiyum hidroksitin uygulanmasında en etkili yöntemin lentülo olduğu öne sürülmüştür (C. I. Peters vd. 2005). Bu nedenle de çalışmamızda kullandığımız kalsiyum hidroksit preparatlarının kök kanalına uygulanmasında lentülodan yararlanılmıştır. Uygulanan kalsiyum hidroksitin kök kanalı boşluğunu tümüyle doldurduğundan emin olmak için preparatın kök ucundan dışarıya çıktığının görülmesi bir kriter olarak alınmış, ayrıca alınan radyografi ile de kanalın tümüyle dolduğu doğrulanmıştır (Pabel ve Hülsmann 2017). Seanslar arası uygulanan kalsiyum hidroksitin etkili olabilmesi için kök kanalında en az 1 hafta süreyle bekletilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da Donnermayer ve Sokhi'nin yaptıkları çalışmalarda olduğu gibi, içine kalsiyum hidroksit yerleştirilmiş diş örnekleri %100 nemli ortamda 1 hafta süreyle bekletilmiştir (Donnermayer vd. 2019; Sokhi vd. 2017).

Kök kanallarının dolgusu yapılmadan önce kalsiyum hidroksit materyalinin kök kanallarından uzaklaştırılması gerektiği konusunda pek çok araştırmacı fikir birliğı içindedir (Agrawal vd. 2018; Sokhi vd. 2017; Marques-da-Silva vd. 2020). Yapılan bir çok çalışmada, apikal sızıntı ile kök kanallarından uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksit arasında bir bağlantı bulunduğu gösterilmiştir (Holland vd. 1995; Porkaew vd. 1990).

Geleneksel olarak kök kanallarına yerleştirilen kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak amacıyla EDTA ve NaOCl gibi yıkama solüsyonlarından yararlanılmaktadır . Margelos ve ark. yaptıkları bir çalışmada EDTA ve NaOCl solüsyonları birlikte kullanıldığında, tek başına kullanılmalarına göre kalsiyum hidroksiti kök kanallarından daha fazla uzaklaştırdığını belirtmişlerdir (J Margelos , G Eliades, C Verdelis 1997). Çalışmamızda da klinik koşullara uyumluluk göstermesi amacıyla kök kanal tedavilerinde en sıklıkla kullanılan iki irrigasyon solüsyonu olan NaOCl ve EDTA kombinasyonu kullanılmıştır.

Şırınga ile irrigasyon, yaygın olarak kullanılan bir kanal yıkama yöntemidir. Bu yöntemin etkinliği de birçok faktöre bağlıdır. Bunlar, kullanılan iğnenin çapı, iğnenin kök kanalı içerisindeki derinliği ve kök kanalının şekillendirmeden sonraki taper açısıdır (Chow, 1983; S. J. Lee et al., 2004). Endodontik irrigasyonda kullanılmak üzere farklı yıkama iğneleri de geliştirilmiştir. Perfore (yandan delikli) iğneler ilk kez Goldman ve ark tarafından 1976'da tanımlanmıştır (M. Goldman vd. 1976). Bu iğnelerin kullanımı irrigasyon solüsyonlarının kök kanallarına daha iyi dağılımının sağlandığını ve solüsyonun kök ucundan çıkma riskini azalttığını bildirilmiştir (L. B. Goldman vd. 1979). Çalışmamızda da klinik koşullara benzerlik sağlamak amacıyla yandan delikli perfore bir iğne kullanılarak yıkama yapılmıştır

Kök kanallarının son derece karmaşık anatomik yapıları nedeniyle yapılan şekillendirme işlemler sırasında aletlerin temas edemediği bir çok alan kalabilmektedir (O. A. Peters 2014). Aynı nedenlerle karmaşık kanal anatomisi, kalsiyum hidroksit preparatlarının kök kanallarından tamamen temizlenmesine engel olabilmektedir (Çalt ve Serper 1999). Kök kanal tedavilerinde geleneksel olarak pozitif basınç yöntemiyle şırınga ile manuel irrigasyon kullanılsa da, son zamanlarda yapılan çalışmalarda özellikle anatomik varyasyonların çok daha fazla bulunduğu bölgelerde bu yöntemin oldukça yetersiz kaldığı gösterilmiştir (Rachel vd. 2014). Yapılan çalışmalar irrigasyon solüsyonlarının mekanik aktivasyonunun etkinliği önemli ölçüde arttırdığı pek çok çalışmada gösterilmiştir (Rachel vd. 2014; Urban vd. 2017; Van Der Sluis vd. 2007; Conde vd. 2017). Bu amaçla da pek çok irrigasyon aktivasyon yöntemi tanımlanmıştır. Aktivasyon sadece el ile yapılabildiği gibi ultrasonik (Urban vd. 2017), sonik (Conde vd. 2017), lazer (Eymirli vd. 2017) gibi yöntemler yardımıyla da yapılabilmektedir. Bunlar arasında en eski ve yaygın olanı pasif ultrasonik irrigasyon yöntemidir. Bu

yöntem ile ultrasonik enerji tarafından aktive edilen NaOCl gibi yıkama solüsyonunda oluşan akustik akım ve kavitasyon etkisi, solüsyonun antibakteriyel etkinliğini, mekanik temizleme gücünü, organik doku çözme yeteneğini önemli ölçüde arttırmaktadır (Rachel vd. 2014). Bunu yanında, solüsyonun sıcaklığında da bir artışa neden olarak kimyasal etkinliğini büyük oranda arttırmaktadır (Van Der Sluis, Wu, ve Wesselink 2007). Yapılan bazı çalışmalarda kök kanallarından kalsiyum hidroksit preparatlarının uzaklaştırılmasında pasif ultrasonik irrigasyonun oldukça başarılı sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir (Capar, Ozcan, ve Arslan 2014; Çağ vd. 2011). Bu konuda yapılmış pek çok çalışmanın bir arada değerlendirildiği bir sistematik bir derlemede; en etkili irrigasyon aktivasyon yönteminin ultrasonik irrigasyon (PUI) olduğu belirtilmiş ve bu yöntemin altın standart olarak kabul edilmesi önerilmiştir (Ethem Yaylali, Kececi, ve Ureyen Kaya 2015). Bu nedenle çalışmamızda, kök kanallarından kalsiyum hidroksit preparatlarının uzaklaştırılmasında etkili olduğu bildirilen yöntemlerden biri olan ve üzerinde pek çok çalışma yapılmış olan pasif ultrasonik irrigasyon yöntemi deney gurupları içine dahil edilmiştir.

Literatürde yaygın olarak kullanılan irrigasyon aktivasyon yöntemlerinden biri de sonik aktivasyon yöntemidir. Sonik aktivasyonda titreşim 20-20000 Hz aralığında olmaktadır (Nusstein 2018). Ve bu amaçla kullanılmak üzere Endosonic'ten başlayarak pek çok farklı cihaz kullanıma sunulmuştur. Son yıllarda konvansiyonel bir aircaler ucuna takılan polimer ucun 6000 Hz frekansında kullanılması esasına dayanan bir yöntem olan EDDY kullanıma sunulmuştur. Yapılan çalışmalarda, düz kanallardaki smear tabakası ve debris uzaklaştırma etkinliği Scanning Elektron Mikroskopuyla incelenmiş ve pasif ultrasonik aktivasyonla benzer bir etkinlik gösterdiği belirtilmiştir (Urban vd. 2017). Ayrıca organik doku çözme etkinliği de oldukça başarılı bulunmuştur (Conde vd. 2017). Düz kök kanallarında oluşturulmuş yapay oluklardan farklı mekanik yöntemlerle kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasının incelendiği bir çalışmada EDDY ve PUI 'nun diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Donnermeyer vd. 2019).

Bu nedenle çalışmamızda kök kanallarındaki kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında etkili olduğu bilinen PUI 'ye alternatif olarak sonik aktivasyonu temsilen, etkili bir yöntem olduğu bilinen EDDY'nin kullanılması tercih edilmiştir.

Bu çalışmadaki deney gruplarında kullanılan kalsiyum hidroksitin neden olabileceği mikrosızıntıyı ölçmek amaçlanmıştır. Bu mikrosızıntı değerlendirmelerini kıyaslayabilmek amacıyla, kalsiyum hidroksit materyalinin kök kanallarına yerleştirilmediği 20 adet şekillendirilmiş ve kök kanal dolguları yapılmış diş kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Bilgisayarlı sıvı filtrason cihazının ölçümünü test etmek amacıyla kullanılan 6 adet dişlerde ise, pozitif sızıntı kontrol grubunda örneklerin tamamen sızdırdığı, negatif kontrol grubunda ise örneklerin herhangi bir şekilde sızıntı yapmadığı belirlenmiştir.

Şekillendirilmiş, temizlenip dezenfekte edilmiş kök kanallarının yeniden kontamine olmasının engellenmesi ve kök kanalı içerisinde kalabilecek mikroorganizmaların inaktif bir şekilde tutulabilmesi için kök kanalının, üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulması başarı için olmazsa olmaz faktörlerden bir tanesidir. Bu amaçla önerilmiş pek çok teknik olmakla birlikte, çalışmamızda uygulama kolaylığı, etkili ve kontrollü bir tıkama sağlaması nedeniyle en yaygın olarak kullanılan doldurma yöntemlerinden biri olan lateral kondansasyon yöntemi tercih edilmiştir (Li vd. 2014).

Geçmişten bugüne kadar yapılan çalışmalarda kök kanallarından kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasını takiben kanallardan uzaklaştırılamamış materyalin değerlendirilmesi amacıyla pek çok yöntem izlenmiştir. Bu yöntemler; Scanning Elektron Mikroskop'u (SEM) (Kuga vd. 2010; E. L. S. W. Spångberg vd. 2009), stereomikroskop (H Arslan , vd. 2014; Topçuoğlu vd. 2015), standart mikroskop (Capar, Ozcan, ve Arslan 2014; T. Rödig vd. 2010; Van Der Sluis, Wu, ve Wesselink 2007), dijital fotoğraf makinesi (Hellstein ve Nichol 2006), spiral bilgisayarlı tomografi (CT ) ve mikro CT görüntülerinin alınarak bu görüntüler üzerinden kök kanallarından uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksit hacminin hesaplanması (Silva vd. 2014; Wiseman vd. 2011) gibi yöntemlerdir. Çalışmamızda diş köklerinde kalan kalsiyum hidroksite bağlı mikrosızıntı ölçümü yapılmasından ötürü hacimce ölçülen bu testlere yer verilmemiştir.

Bazı araştırmacılar, diş köklerini kural 1/3, orta 1/3 ve apikal 1/3 olarak üç bölgeye ayırarak yaptıkları çalışmalarda kalsiyum hidroksit materyalinin apikal 1/3 'ten uzaklaştırılmasının çok daha güç olduğunu öne sürmüşlerdir (Silva vd. 2014; Balvedi vd. 2010). Bu bölgede görülebilecek anatomik varyasyonlar ve ramifikasyonlara

yerleşebilen kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması çok daha zordur. Bu nedenle apikal bölgeden uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksit, zamanla çözünebilen formda bir kalsiyum karbonata dönüşerek kök kanallarında boşluklar meydana getirebildiği ve apikalde mikrosızıntıya neden olabildiği bildirilmiştir (Porkaew vd. 1990).

Çalışmamızda, kalan kalsiyum hidroksit miktarını ölçmekten ziyade, kalması muhtemel olan kalsiyum hidroksitin sızıntıya neden olup olmadığını, olduysa ne derece bir sızıntıya neden olduğunu incelenmesi hedeflenmiştir.

Apikal sızıntıyı incelemek amacıyla günümüze kadar pek çok yöntem kullanılmıştır. Bunlar arasında; bakteriyel sızıntı (Tamer Taşdemir vd. 2009), glikoz penetrasyonu (Catholic 2015), boya sızıntı (R Scott Gatewood 2009), bilgisayarlı sıvı filtrasyon (Turk vd. 2019), radyoaktif izotop yöntemleri (Callis ve Mannan 2011) ve elektrokimyasal yöntemlerdir (Manoj S Likhitar ,vd. 2016). Bu yöntemlerin farklı avantaj ve dezavantajları vardır. Bakteriyel ölçüm yönteminde nitel ölçümler yapılamamaktadır (Kontakiotis, Georgopoulou, ve Morfis 2001). Radyoaktif izotop yönteminin hem pahalı olması hem de kullanılan izotopların insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri olması nedeniyle bu yöntem yaygın kullanıma sahip değildir. Bilgisayarlı sıvı filtrasyon yönteminin diğer yöntemlere göre bazı avantajları bulunmaktadır. Bu yöntemde kök kanal dolgularında sıkışan havayı ortadan kaldırmak amacıyla ölçümler sırasında basınç uygulanmakta, bu da hatalı sonuçları ortadan kaldırmaktadır. Bilgisayarlı sıvı filtrasyon yönteminde tüm kök kanalı boyunca ölçüm yapılabilmekte, böylelikle klinik koşullara daha uygun sonuçlar alınabilmektedir (Gençoğlu 2019). Yapılan ölçümler sırasında örnekler herhangi bir işleme maruz kalmadıkları için zarar görmemektedir. Bu da belirli zaman aralıkları boyunca tekrarlanan ölçümler yapılabilmesine olanak sağlamaktadır (Orucoglu, Sengun, ve Yilmaz 2005). Bilgisayarlı sıvı filtrasyon yöntemiyle yapılan ölçümler, sisteme bağlı bir bilgisayar tarafından yapılmakta ve kaydedilmektedir. Bu da yöntemin güvenilirliğini ve objektifliğini arttırmaktadır (A Dundar , T Yavuz, H Orucoglu, L Daneshmehr, M Yalcin 2015). Bahsedilen bu avantajlardan dolayı çalışmamızdaki örneklerin apikal mikro sızıntı değerlendirilmesi amacıyla bilgisayarlı sıvı filtrasyon yönteminden faydalanılmıştır.

Literatüre bakıldığında mikrosızıntı çalışmalarında ölçüm periyotları da bir değerlendirme kriteri olarak ele alınmıştır. Paqué ve ark. yaptıkları bir çalışmada Ah Plus kanal patı ve güta perka ile kanal dolgusu yaptıkları dişlerde, kanal dolumundan

hemen sonra ve 16 ay sonra yaptıkları sıvı filtrasyon ölçümlerinde anlamlı bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir (Paqué ve Sirtes 2007). Yapılan bir diğer çalışmada da Ah Plus kanal patı ve güta perka ile kanal dolgusu yapılan dişlerin mikrosızıntı ölçümü 1 hafta ve 3 ay sonrasında yapılmış ve zamanlar arasında mikrosızıntı miktarları açısından anlamlılık bulunmadığı bildirilmiştir (Vasiliadis vd. 2010).

Mikrosızıntı ölçümlerinde bir faktör olarak kalsiyum hidroksitin seanslar arasında diş köklerine yerleştirilip, kısa ve uzun vadede sızıntıya olan etkinliğini ölçen çalışmalar da mevcuttur. Moinzadeh ve ark. yaptıkları bir çalışmada, diş köklerine kalsiyum hidroksit yerleştirilmesi ve farklı irrigasyon aktivasyon yöntemleri ile kök kanallarından uzaklaştırılmasını takiben kök kanal dolguları Ah Plus kanal patı ve güta perka ile yapılmış ve 1 haftalık ve 6 aylık dönemlerde mikrosızıntı ölçümü yapılmıştır. Bu çalışmaya göre ölçüm zamanları arasında mikrosızıntı miktarlarına bakıldığında herhangi bir anlamlılık bulunmadığı bildirilmiştir (Moinzadeh, De Moor, ve De Bruyne 2018). Bizim çalışmamızda da mikrosızıntı ölçümleri tek bir periyotta, kök kanal dolgusunun yapılmasından 1 hafta sonra olacak şekilde yapılmıştır.

Çalışmamızda, seanslar arası uygulanan kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması amacıyla kullanılan üç farklı irrigasyon aktivasyon yöntemi, hiç kalsiyum hidroksit uygulanmamış kontrol grubu ile apikal sızıntı yönünden karşılaştırılmıştır. Öncelikle kontrol ve deney gruplarının tümünde değişen derecelerde mikrosızıntı olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgumuz lateral kondansasyon ve Ah Plus kullanılarak yapılan benzer sızıntı çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur (Paqué ve Sirtes 2007; Bouillaguet vd. 2008). PUI ve manuel irrigasyon grubunda görülen mikrosızıntı, kalsiyum hidroksit uygulanmamış kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Buna karşılık EDDY grubunda sayısal olarak kontrol grubuna oranla daha fazla sızıntı göstermesine rağmen aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Sokhi'nin 2017 yılında yaptığı bir çalışmada kök kanallarına kalsiyum hidroksit bazlı kanal içi medikament yerleştirilmesinin sebep olabileceği mikrosızıntı boya sızıntı yöntemi kullanılarak araştırılmış ve kalsiyum hidroksit kullanımının mikrosızıntıyı arttırdığı belirtilmiştir (Sokhi vd. 2017). Buna paralel olarak bizim çalışmamızda da seanslar arasında uygulanan kalsiyum hidroksitin tam olarak uzaklaştırılamadığı takdirde mikrosızıntıya neden olduğu gözlenmiştir.

Donnermeyer'in 2019 yılında yaptığı çalışmada üst çene kesici dişlerde yapay olarak oluşturdukları oluklardan kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak amacıyla üç farklı irrigasyon aktivasyon yöntemi ve manuel irrigasyon yöntemini kullanmış, hiçbir yöntemin kalsiyum hidroksiti oluklardan tam olarak uzaklaştırılamadığını bildirmiştir (Donnermeyer vd. 2019). Bir diğer çalışmada ise 110 adet düz kök kanallarında oluşturulan yapay yan kanallardan kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması amacıyla 5 farklı yıkama yöntemi kullanılmış, ancak hiçbir yöntemin kök kanallarından kalsiyum hidroksiti tam olarak uzaklaştırılamadığı bildirilmiştir (Pabel ve Hülsmann 2017). Bizim çalışmamızda da bu çalışmalara paralel olarak kalsiyum hidroksitin kanallardan tam olarak temizlenemediği görülmüştür. Yalnızca EDDY'nin kullanıldığı Grup 2'de kontrol grubuna göre daha yüksek derecelerde sızıntı olmasına rağmen aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Buna karşılık kalsiyum hidroksit materyalinin seanslar arasında kullanımının, kök kanal dolgusunda herhangi bir mikrosızıntı oluşmasına neden olmadığını öne süren çalışmalar da mevcuttur. Moinzadeh ve ark. (Moinzadeh, De Moor, ve De Bruyne 2018) yaptıkları bir çalışmada, diş köklerine kalsiyum hidroksit uygulamasından sonra iki farklı yöntemle kalsiyum hidroksiti kök kanallarından uzaklaştırmışlardır. Kullanılan yöntemler standart manuel irrigasyon ve pasif ultrasonik irrigasyondur. Daha sonra kök kanallarının dolgusu yapılmış ve "Capillary Flow Porometry" ile mikrosızıntı ölçümleri 1 hafta ve 6 ay sonra olacak şekilde yapılmıştır. Araştırmacılar, kalsiyum hidroksit materyalinin 1 haftalık kısa dönem ölçümlerinde herhangi bir mikrosızıntıya sebep olmadığını belirtmiş, 6 aylık ölçümlerde sızıntı gösteren örnek sayısı artmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlılık bulunmadığını göstermişlerdir. Bu çalışma, bizim çalışmamızdaki verilerle uyumlu değildir. Bu da çalışmada kullanılan mikrosızıntı ölçüm yönteminde kök kanallarında var olan boşluklar "gözenek" olarak adlandırılıp boydan boya açıklık gösteren yapıları tespit ederek, "cul-de-sac" olarak adlandırılan ucu kapalı boşlukların bu yöntemle tespit edilememesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür (Moinzadeh, De Moor, ve De Bruyne 2018).

EDDY sonik aktivasyon yöntemi göreceli olarak yeni sayılabilecek bir irrigasyon aktivasyon yöntemidir. Bugüne kadar EDDY'nin etkinliğini inceleyen pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Urban ve ark. (Urban vd. 2017), EDDY sonik aktivasyonunun smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğini SEM ile inceledikleri

çalışmalarında, EDDY sonik aktivasyon ve PUI'nin smear tabakasını uzaklaştırılmasında manuel irrigasyona göre çok daha etkili olduğunu göstermişlerdir.

Swimberghe ve ark. 2019 yılında yaptıkları çalışmalarında, sonik aktivasyon, ultrasonik aktivasyon ve PIPS'in, biofilm yapısını taklit eden hidrojel kök kanallarından uzaklaştırma etkinliğini incelemişlerdir (Swimberghe vd. 2019). Araştırmacılara göre, hidrojin kök kanallarından uzaklaştırılmasında en etkili yöntem EDDY sonik aktivasyon ve PIPS'dir.

EDDY sonik aktivasyonun kök kanallarından kalsiyum hidroksiti uzaklaştırma etkinliği ile ilgili yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Donnermeyer'in 2019 yılında yaptığı bir çalışmada, düz kök kanallarında oluşturdukları yapay oluklardan kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak amacıyla üç farklı yöntem kullanmış ve en etkili yöntemin EDDY ve PUI olduğunu belirtmiştir (Donnermeyer vd. 2019). Marques-da-Silva ve ark. (Marques-da-Silva vd. 2020) yaptığı çalışmada ise, çekilmiş üst çene santral kesici dişlerinde simule iç kök rezorpsiyon kaviteleri oluşturmuşlardır. Bu kavitelere kalsiyum hidroksit materyali yerleştirilmiş ve 5 farklı yöntemle materyal kök kanallarından uzaklaştırılmıştır. Sonuçlara göre ise simule iç kök rezorpsiyon kavitelerinden kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak için en etkili yöntem EDDY sonik aktivasyon ve XP Endo Finisher olduğu belirtilmiştir.

Aynı zamanda yapılan bir çalışmada yapay kök kanallarından debrisin uzaklaştırılması amacıyla PUI ve EDDY sonik aktivasyon kullanılmış ve 20 saniyelik EDDY aktivasyonunun 60 saniyelik pasif ultrasonik aktivasyonla aynı sonuçları gösterdiği bildirilmiştir (Plotino vd. 2019). Bizim çalışmamızda EDDY ve PUI aynı sürelerde aktive edilmiştir. Plotino ve ark. bulguları kriter olarak alındığı takdirde bizim çalışmamızda EDDY'nin PUI'ye göre neredeyse 3 kat fazla etkinlik göstermiş olacağı düşünülebilir. Bu da EDDY ile elde edilen sonuçların PUI'ye göre daha üstün olmasının açıklaması olabilir diye düşünmekteyiz.

Ancak literatürde bizim sonuçlarımızla uyumlu olmayan veriler bildiren çalışmalar da mevcuttur. Yapılan bir çalışmada, düz kök kanallarında oluşturulan yapay oluklardan kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması amacıyla farklı irrigasyon teknikleri 10X büyütme mikroskop görüntüleri ile kıyaslanmış, en etkili yöntemler EDDY ve PUI olarak belirlenmiştir (Donnermeyer vd. 2019). Bu çalışmaya göre EDDY ve PUI arasında anlamlı bir farklılık görülmemiş, iki yöntem eşit derecede etkili bulunmuştur.

Bu farklılık, söz konusu çalışmalarda doğrudan kalan kalsiyum hidroksit miktarı değerlendirilmiş, bizim çalışmamızda ise kalan kalsiyum hidroksitin neden olabileceği sızıntı değerlendirmesi yapılmıştır. Bu uyumsuzluğun çalışmalar arasındaki değerlendirme kriterlerindeki farklılıktan kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda PUI ve manuel irrigasyon ile kalsiyum hidroksitin uzaklaştırıldığı gruplar arasında apikal sızıntı miktarı kıyaslandığında geleneksel şırınga ile irrigasyon grubunun istatistiksel olarak anlamlı bir derece daha fazla sızıntı gösterdiği bulunmuştur.

Literatürde çalışmamızdaki bu sonuçla paralel bulgular gösteren pek çok çalışma mevcuttur. Ahmetoğlu ve ark. tek kök ve tek kanallı 51 adet alt çene küçük azı dişlerini kullanarak yaptıkları bir çalışmada, diş köklerine kalsiyum hidroksit yerleştirip üç farklı irrigasyon yöntemiyle uzaklaştırılmasını takiben SEM görüntüleri ile uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksit materyallerini kıyaslamışlardır. Buna göre, kök kanallarından kalsiyum hidroksit materyalini uzaklaştırmak için PUI yöntemi, geleneksel şırınga ile irrigasyon metoduna göre göre çok daha etkili olduğunu bildirilmiştir (Ahmetoğlu vd. 2013). Aynı zamanda, yapılan bir diğer çalışmada, 105 adet tek kök ve tek kanallı diş kullanılarak bu dişlere yapay oluklar oluşturulmuş ve bu oluklara yerleştirilen kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması amacıyla 6 farklı irrigasyon yönteminden faydalanılmıştır. Sonuçlara göre ise yapay oluklardan kalsiyum hidroksiti en fazla uzaklaştıran yöntemlerden biri PUI iken, en az etkili yöntem olarak da konansiyonel iğne ve şırınga irrigasyon yöntemi olduğu bildirilmiştir (Gokturk vd. 2017).

2017’de yapılan bir diğer çalışmada da 110 adet düz ve tek köklü dişlere yapay olarak lateral yönde apikal ve koronal bölgede olmak üzere iki adet oluk hazırlanmış, bu oluklara yerleştirilen kalsiyum hidroksit materyalini uzaklaştırmak amacıyla 5 farklı yöntem kullanılarak dişlerin görüntüleri 40X büyütme ile mikroskopta incelenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre bu oluklardan kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak amacıyla en etkili yöntemin PUI olduğu ve geleneksel şırınga ile irrigasyon yöntemine göre özellikle apikal bölgedeki oluklarda çok daha etkili olduğu öne sürülmüştür (Pabel ve Hülsmann 2017).

Saf kalsiyum hidroksit normalde toz halinde bulunmaktadır. Bunun kök kanallarına uygulanabilmesi ve hidroksil iyonu açığa çıkarabilmesi için sıvı bir taşıyıcıyla uygulanması gerekmektedir. Genel olarak toz kalsiyum hidroksit distile su, serum fizyolojik, metil selüloz, gliserin, propilen glikol vb. taşıyıcılarla karıştırılarak

kullanılmaktadır. Ayrıca doğrudan kullanıma hazır kalsiyum hidroksit preparatları da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Lage Marques ve ark. yaptıkları bir çalışmada aköz ve visköz taşıyıcılarla karıştırılan kalsiyum hidroksitin, yağlı taşıyıcılarla karıştırılan formuna göre daha uzun süre stabil kaldığı ve daha kısa sürede pH derecesini yükselttiğini belirtmişler ve bu nedenle de antimikrobiyal etkinliğinin bu taşıyıcılarla daha etkili olduğunu bildirmişlerdir (Lage Marques JL, Conti R, Antoniazzi JH 1994).

Çalışmamızda, saf kalsiyum hidroksit tozunun distile su ile karıştırılarak pat haline getirilmiş hali ve kullanıma hazır propilen glikol taşıyıcılı kalsiyum hidroksit preparatı kullanılmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda farklı taşıyıcılarla hazırlanan kalsiyum hidroksitin kök kanallarından uzaklaştırılabilirliği karşılaştırılmıştır.

Mobarakeh ve ark. yaptıkları bir çalışmada saf kalsiyum hidroksit tozunun distile su ile karıştırılarak hazırlandığı form ile enjektabl Multi Cal kalsiyum hidroksitin kök kanallarından uzaklaştırma etkinliği farklı yıkama cihazlarıyla araştırmış ve farklı taşıyıcıların kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması etkinliğinde herhangi bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir (Nasab Mobarakeh vd. 2020). Yapılan bir diğer çalışmada da, kalsiyum hidroksiti farklı taşıyıcılarla (distile su, polietilen glikol, polietilen glikol ve kafurlu paraklorofenol) karıştırılarak hazırlayıp, kök kanallarından uzaklaştırılma etkinliğini değerlendirmiş ve farklı taşıyıcıların sonuca herhangi bir etkisi olmadığını, bütün formlardaki kalsiyum hidroksitin kök kanallarından tamamen uzaklaştırılamadığını belirtmişlerdir (Balvedi vd. 2010). Çalışmamızda kullanılan iki farklı taşıyıcılı kalsiyum hidroksit preparatının uzaklaştırılma etkinliği de bu çalışmalarla benzer sonuçlar göstermiştir. Kullanılan üç farklı irrigasyon yönteminde de saf kalsiyum hidroksiti distile su ile karıştırılarak hazırlanan kalsiyum hidroksit ile propilen glikol ile hazırlanan enjektabl formdaki kalsiyum hidroksit preparatlarının kök kanallarından uzaklaştırılmasından sonra kalan kalsiyum hidroksit artıklarının kök kanallarında apikal sızıntıya neden olduğu bulunmuş, aralarında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Sonuç olarak Balvedi ve Mobarakeh gibi araştırmacılarla paralel olarak kalsiyum hidroksitin distile su veya propilen glikol ile karıştırılmış halinin, kanaldan uzaklaştırılabilirliği ve mikrosızıntıya etkisi yönünden aralarında herhangi bir fark görülmemiştir.

Bu çalışmanın sınırları içerisinde elde ettiğimiz bulgulara göre EDDY, seanslar arası uygulanan kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında PUI ve geleneksel irrigasyon yöntemine göre daha üstün bulunmuştur. Kullanılan taşıyıcının cinsinin kalsiyum hidroksitin kök kanallarından uzaklaştırılabilirliğini etkilemediği gözlenmiştir. Kalsiyum hidroksitin seanslar arasında bir kanal antiseptiği olarak uygulanmasının gerekip gerekmediği, faydasının yanında kanal dolgusunun sızdırmazlığını olumsuz yönde etkilemesi, tümüyle uzaklaştırılabilmesinin zorluğu gibi nedenlerle tartışmalı hale gelmiştir. Bazı araştırmacılar kalsiyum hidroksitin *E.Faecalis* ve *Candida Albicans* gibi inatçı enfeksiyonlarda rol oynayan mikroorganizmalara karşı hiçbir etkinliğinin olmadığını ileri sürmektedirler (Zancan vd. 2019). Bu nedenle de seanslar arasında kalsiyum hidroksit uygulamanın gereksiz olduğunu ve enfekte dişlerde bile etkili bir kemomekanik preparasyon sonrasında tedavinin tek seansta tamamlanması gerektiğini öne sürmektedirler (Wong, Zhang, ve Chu 2014). Ancak her durumda kök kanalının tek bir seansta doldurulması mümkün olmayabilmektedir. Dolayısıyla kalsiyum hidroksit kullanımı eskisi kadar sık olmamakla birlikte halen kullanılan bir dezenfeksiyon yöntemidir. Klinikte kalsiyum hidroksit uygulaması yapıldıktan sonra yalnızca manuel irrigasyonla yetinilmeyip, EDDY veya PUI gibi etkin bir irrigasyon aktivasyon yöntemi kullanılarak kök kanal boşluğunda kalabilecek artıkların uzaklaştırılmasına önem verilmelidir. Aksi halde, kök kanalından uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksit artıklarının neden olacağı mikrosızıntıya bağlı olarak tedavi başarısının olumsuz yönde etkilenebileceğini düşünüyoruz. Daha ileri çalışmalarda PUI ve EDDY dışında örneğin lazer aktivasyon yöntemleri gibi daha başka yöntemleri de katmak, farklı kanal dolgu yöntemlerini de incelemek yararlı olabilir. Ayrıca bu in-vitro çalışmanın klinik sonuçlarını da görebilmek için in-vivo randomize klinik araştırmalara da ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

## 6. SONUÇLAR

- 1) Çalışmamızda sealar olarak AH Plus'ın kullanıldığı, lateral kondansasyon yöntemiyle doldurulan kök kanallarının tümünde değişen derecelerde apikal sızıntı saptanmıştır.
- 2) Kullanılan uzaklaştırma yönteminden bağımsız olarak, kök kanallarına dezenfeksiyon amacıyla kalsiyum hidroksit uygulanan dişlerde, hiç uygulanmayan dişlere oranla daha fazla apikal sızıntı saptanmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın sınırları içerisinde kalsiyum hidroksit kullanımının kanal dolgu kalitesini olumsuz yönde etkilediği ve sızıntıya neden olduğu görülmüştür.
- 3) En fazla mikrosızıntı, geleneksel şırınga irrigasyonu yapılan grupta görülmüştür. Bu bulgumuz çalışmamızın şartları içerisinde, geleneksel şırınga ile yapılan irrigasyonun, kök kanallarından kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında en az etkili yöntem olduğunu düşündürmüştür.
- 4) Çalışmamıza dahil edilen deney grupları arasında en az mikrosızıntı sonik aktivasyon (EDDY) grubunda izlenmiştir. Bunu da sırasıyla PUI ve geleneksel şırınga ile yapılan irrigasyon izlemektedir.
- 5) Çalışmamızda, kullanılan uzaklaştırma yönteminden bağımsız olarak; iki farklı taşıyıcıyla kullanılan (distile su ve propilen glikol) kalsiyum hidroksitler arasında mikrosızıntı yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu bulgumuza dayanarak da, bu taşıyıcıların (distile su ve propilen glikol), kalsiyum hidroksitin kök kanallarından uzaklaştırılabilirliği üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı düşünülmüştür.
- 6) Çalışmamızın sonuçlarına dayanarak, klinikte kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılabilmesi için genelektel şırınga ile yapılan irrigasyonun yetersiz olacağı, bu nedenle de etkili bir aktivasyon yöntemi kullanımı gereklidir. Mevcut bulgularımıza dayanarak da güncel bir sonik irrigasyon aktivasyon yöntemi olan EDDY ve ultrasonik aktivasyon yöntemi olan PUI'nin bu amaçla kullanımı önerilebilir.
- 7) Bu bulgularımızın, in vivo klinik çalışmalarla da desteklenmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- A Dunder , T Yavuz, H Orucoglu, L Daneshmehr, M Yalcin, A Sengun. 2015. "Evaluation of the Permeability of Five Desensitizing Agents Using Computerized Fluid Filtration." *Niger J Clin Pract.* 18 (5): 601–6.
- Agrawal, Pratik, Gaurav Garg, Shashit S. Bavabeedu, Suraj Arora, Shabna Moyin, and Sameer Punathil. 2018. "Evaluation of Intracanal Calcium Hydroxide Removal with Different Techniques: A Scanning Electron Microscope Study." *Journal of Contemporary Dental Practice* 19 (12): 1464–69.
- Ahmad, M, R A Roy, and A G Kamarudin. 1992. "Observations of Acoustic Streaming Fields around an Oscillating Ultrasonic File." *Endod Dent Traumatol.* Oct 8 (5): 189–94.
- Ahmad, Majina, Thomas R. Pitt Ford, and Lawrence A. Crum. 1987. "Ultrasonic Debridement of Root Canals: An Insight into the Mechanisms Involved." *Journal of Endodontics* 13 (3): 93–101.
- Ahmetoğlu, Fuat, Neslihan Şimşek, Ali Keleş, Mevlüt Sinan Ocak, and Kürşat Er. 2013. "Efficacy of Self-Adjusting File and Passive Ultrasonic Irrigation on Removing Calcium Hydroxide from Root Canals." *Dental Materials Journal* 32 (6): 1005–10.
- Alaçam, Tayfun. 2000. *Endodonti*. 2. Baskı. Ankara: Barış Yayınları Fakülteler Kitap Evi.
- Almeida, Josiane de, Andrea L. Pimenta, and Wilson T. Felipe. 2015. "A Laboratory Assessment of Bacterial Leakage in MTA Apical Plugs Exposed to Phosphate-Buffered Saline." *Acta Odontologica Latinoamericana : AOL* 28 (2): 144–48.
- Ando, N, ve E Hoshino. 1990. "Predominant Obligate Anaerobes Invading the Deep Layers of Root Canal Dentin." *International Endodontic Journal* 23 (1): 20–27.
- Araújo, Camila Silveira de, Thiago Incerti da Silva, Fabricio Aulo Ogliari, Sonia Saeger Meireles, Evandro Piva Flávio, and Fernando Demarco. 2006. "Microleakage of Seven Adhesive Systems in Enamel and Dentin." *J Contemp Dent Pract* Nov (7(5)): 26–33.

Aydin, Murat. 2015. "Endodontic Microbiology," no. January 2012.

Balvedi, R P A, M A Versiani, F F Manna, and J C G Biffi. 2010. "A Comparison of Two Techniques for the Removal of Calcium Hydroxide from Root Canals," 763–68.

Barbizam, João Vicente Baroni, Martin Trope, Érica C.N. Teixeira, Mário Tanomaru-Filho, and Fabrício B. Teixeira. 2008. "Effect of Calcium Hydroxide Intracanal Dressing on the Bond Strength of a Resin-Based Endodontic Sealer." *Brazilian Dental Journal* 19 (3): 224–27.

Batur, Yusuf B, Ugur Erdemir ve Hande S Sancakli. 2013. "The Long-Term Effect of Calcium Hydroxide Application on Dentin Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth." *Dental Traumatology: Official Publication of International Association for Dental Traumatology* 29 (6): 461–64.

Bayram, H. Melike, Berkan Çelikten, Emre Bayram, and Alperen Bozkurt. 2013. "Fluid Flow Evaluation of Coronal Microleakage Intraorifice Barrier Materials in Endodontically Treated Teeth." *European Journal of Dentistry* 7 (3): 359–62.

Bayram, H Melike, Feridun Saklar, Emre Bayram, Hasan Orucoglu, and Alperen Bozkurt. 2015. "Determination of the Apical Sealing Abilities of Mineral Trioxide Aggregate, Portland Cement, and Bioaggregate After Irrigation with Different Solutions." *Journal of International Oral Health : JIOH* 7 (6): 13–17.

Binnie, William H., and A. H.R. Rowe. 1973. "A Histological Study of the Periapical Tissues of Incompletely Formed Pulpless Teeth Filled with Calcium Hydroxide." *Journal of Dental Research* 52 (5): 1110–16.

Böttcher, Daiana Elisabeth, Vinicio Hidemitsu Goto Hirai, Ulisses Xavier Da Silva Neto, and Fabiana Soares Grecca. 2010. "Effect of Calcium Hydroxide Dressing on the Long-Term Sealing Ability of Two Different Endodontic Sealers: An in Vitro Study." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 110 (3): 386–89.

Bouillaguet, S., L. Shaw, J. Barthelemy, I. Krejci, and J. C. Wataha. 2008. "Long-Term Sealing Ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany." *International Endodontic Journal* 41 (3): 219–26.

Bowden, G H, ve I R Hamilton. 1998. "Survival of Oral Bacteria." *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine : An Official Publication of the American Association of Oral Biologists* 9 (1): 54–85.

Breault, Lawrence G., George S. Schuster, Michael A. Billman, Benjamin S. Hanson, Val L. Kudryk, David H. Pashley, Royce R. Runner, and James C. McPherson. 1995. "The Effects of Intracanal Medicaments, Fillers, and Sealers on the Attachment of Human Gingival Fibroblasts to an Exposed Dentin Surface Free of a Smear Layer." *Journal of Periodontology* 66 (7): 545–51.

Brosco, Viviane Haiub, Norberti Bernardineli, Sérgio Aparecido Torres, Alberto Consolaro, Clóvis Monteiro Bramante, Ivaldo Gomes de Moraes, Ronald Ordinola-Zapata, and Roberto Brandão Garcia. 2010. "Bacterial Leakage in Obturated Root Canals-Part 2: A Comparative Histologic and Microbiologic Analyses." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 109 (5): 788–94.

BYSTRÖM, A., and G. SUNVQVIST. 1985. "The Antibacterial Action of Sodium Hypochlorite and EDTA in 60 Cases of Endodontic Therapy." *International Endodontic Journal* 18 (1): 35–40.

Byström, A, R Claesson, and G Sundqvist. 1985. "The Antibacterial Effect of Camphorated Paramonochlorophenol, Camphorated Phenol and ...." *Endodontics & Dental Traumatology*, no. 16.

Çag, Ali, I Yücel, Melek Gürel, Eda Güler, and Bekir Karabucak Dmd. 2011. "Comparison of Final Irrigation Techniques in Removal of Calcium Hydroxide," 1–6.

Çalışkan, Mustafa Kemal. 2006. *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.

Çalışkan, Mustafa Kemal, and M. Türkün. 1997. "Periapical Repair and Apical Closure of a Pulpless Tooth Using Calcium Hydroxide." *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. Dec. (84(6)): 683–87.

Callis, P D, and G Mannan. 2011. "Microleakage of Retrograde Root Fillings : Assessment Using a Novel Measurement System" 20 (11): 555–57.

- Çalt, Semra, and Ahmet Serper. 1999. "Dentinal Tubule Penetration of Root Canal Sealers after Root Canal Dressing with Calcium Hydroxide." *Journal of Endodontics* 25 (6): 431–33.
- Capar, Ismail Davut, Erhan Ozcan, and Hakan Arslan. 2014. "Effect of Different Final Irrigation Methods on the Removal of Calcium Hydroxide from an Artificial Standardized Groove in the Apical Third of Root Canals." *Journal of Endodontics* 40 (3): 451–54.
- Carratù, P., M. Amato, F. Riccitiello, and S. Rengo. 2002. "Evaluation of Leakage of Bacteria and Endotoxins in Teeth Treated Endodontically by Two Different Techniques." *Journal of Endodontics* 28 (4): 272–75.
- Catholic, The. 2015. "Quantitative Microleakage Analysis of Root Canal Filling Materials in Single-Rooted Canals" 37 (December 2014): 237–45.
- Ceyhanli, Kadir T., Hasan Orucoglu, Necdet Erdilek, Murat Turkun, and Mustafa S. Akdağ. 2015. "Microleakage of 4 Post-Luting Cements Evaluated by the Computerized Fluid Filtration Method." *International Journal of Artificial Organs* 38 (12): 646–50.
- Charlton, D. G., and B. K. Moore. 1992. "In Vitro Evaluation of Two Microleakage Detection Tests." *Journal of Dentistry* 20 (1): 55–58.
- Chow, T. W. 1983. "Mechanical Effectiveness of Root Canal Irrigation." *Journal of Endodontics* 9 (11): 475–79.
- Cobankara, Funda Kont, Necdet Adanr, and Sema Belli. 2004. "Evaluation of the Influence of Smear Layer on the Apical and Coronal Sealing Ability of Two Sealers." *Journal of Endodontics* 30 (6): 406–9.
- Cobankara, Funda Kont, Hasan Orucoglu, Hatice Buyukozer Ozkan, and Cihan Yildirim. 2008. "Effect of Immediate and Delayed Post Preparation on Apical Microleakage by Using Methacrylate-Based EndoREZ Sealer with or without Accelerator." *Journal of Endodontics* 34 (12): 1504–7.
- Cobankara, Funda Kont, Hasan Orucoglu, Abdülkadir Sengun, and Sema Belli. 2006. "The Quantitative Evaluation of Apical Sealing of Four Endodontic Sealers." *Journal of Endodontics* 32 (1): 66–68.

Conde, A. J., R. Estevez, G. Loroño, Valencia de Pablo, G. Rossi-Fedele, and R. Cisneros. 2017. "Effect of Sonic and Ultrasonic Activation on Organic Tissue Dissolution from Simulated Grooves in Root Canals Using Sodium Hypochlorite and EDTA." *International Endodontic Journal* 50 (10): 976–82.

Costerton, J. W., Philip S. Stewart, and E. P. Greenberg. 1999. "Bacterial Biofilms: A Common Cause of Persistent Infections." *Science* 284 (5418): 1318–22.

Cvek, M. 1989. "Calcium Hydroxide in the Treatment of Traumatized Teeth." *Rev Fr Endod* . 8: 11-27.

Derkson, Gary D., David H. Pashley, and Margaret E. Derkson. 1986. "Microleakage Measurement of Selected Restorative Materials: A New in Vitro Method." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 56 (4): 435–40.

Donnermeyer, David, Hendrik Wyrsh, Sebastian Bürklein, and Edgar Schäfer. 2019. "Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XPendo Finisher." *Journal of Endodontics* 45 (3): 322–26.

Douglass, Gordon D., and Henry O. Trowbridge. 1993. "Chronic Focal Sclerosing Osteomyelitis Associated with a Cracked Tooth. Report of a Case." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 76 (3): 351–55.

Eftekhari, Behrooz, Eskandar Moghimipour, and Ebrahim Eini. 2014. "Evaluation of Hydroxyl Ion Diffusion in Dentin and Injectable Forms and A" 9 (3): 1–5.

Ethem Yaylali, Ibrahim, Ayse Diljin Kecici, and Buglem Ureyen Kaya. 2015. "Ultrasonically Activated Irrigation to Remove Calcium Hydroxide from Apical Third of Human Root Canal System: A Systematic Review of in Vitro Studies." *Journal of Endodontics* 41 (10): 1589–99.

Eymirli, Ayhan, Emre Nagas, Mehmet Ozgur Uyanik, and Zafer Cavit Cehreli. 2017. "Effect of Laser-Activated Irrigation with Ethylene Diaminetetraacetic Acid and Phytic Acid on the Removal of Calcium Hydroxide and Triple Antibiotic Paste from Root Dentin." *Photomedicine and Laser Surgery* 35 (1): 43–48.

Faria-Júnior, Norberto Batista De, Kátia Cristina Keine, Marcus Vinicius Reis Só, Paulo Henrique Weckwerth, Juliane Maria Guerreiro-Tanomaru, and Milton Carlos

Kuga. 2012. "Residues of Calcium Hydroxide-Based Intracanal Medication Associated with Different Vehicles: A Scanning Electron Microscopy Evaluation." *Microscopy Research and Technique* 75 (7): 898–902.

Fava, L. R.G., and W. P. Saunders. 1999. "Calcium Hydroxide Pastes: Classification and Clinical Indications." *International Endodontic Journal* 32 (4): 257–82.

FOREMAN, P. C., and I. E. BARNES. 1990. "A Review of Calcium Hydroxide." *International Endodontic Journal* 23 (6): 283–97.

Gee, D E. 2010. "Wu\_1993\_Fluid Transport and Bacterial Penetration along Root Canal Fillings," 1–6.

Gençoğlu, Nimet. 2019. "Apical Leakage of Different Gutta-Percha Techniques : Thermafil , Js Quick-Fill , Soft Core , Microseal , System B and Lateral Condensation with a Computerized Fluid Filtration Meter" 1 (April 2007): 97–103.

Gilad, J Z, R Teles, M Goodson, R R White, ve P Stashenko. 1999. "Development of a Clindamycin-Impregnated Fiber as an Intracanal Medication in Endodontic Therapy." *Journal of Endodontics* 25 (11): 722–27.

Gokturk H, Ozkocak I, Buyukgebiz F, Demir O. Effectiveness of various irrigation protocols for the removal of calcium hydroxide from artificial standardized grooves. *J Appl Oral Sci.* 2017 May-Jun;25(3):290-298.

Goldman, Lawrence B., Melvin Goldman, Joseph H. Kronman, and Jeanne M. Letourneau. 1980. "Adaptation and Porosity of Poly-HEMA in a Model System Using Two Microorganisms." *Journal of Endodontics* 6 (8): 683–86.

Goldman, Lawrence B., Melvin Goldman, Joseph H. Kronman, and Peck Sun Lin. 1979. "Scanning Electron Microscope Study of a New Irrigation Method in Endodontic Treatment." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 48 (1): 79–83.

Goldman, Melvin, Joseph H. Kronman, Lawrence B. Goldman, Howard Clausen, and John Grady. 1976. "New Method of Irrigation during Endodontic Treatment." *Journal of Endodontics* 2 (9): 257–60.

Gomes, Brenda Paula Figueiredo de Almeida, and Daniel Rodrigo Herrera. 2018.

“Etiologic Role of Root Canal Infection in Apical Periodontitis and Its Relationship with Clinical Symptomatology.” *Brazilian Oral Research* 32: 82–110.

Gonza, M P. 2002. “SCIENTIFIC ARTICLES A Comparative Study of Apical Leakage of Endomethasone , Top Seal , and Roeko Seal Sealer Cements,” 40–43.

González-Castillo, Silvia, María Estela Bailón-Sánchez, María Paloma González-Rodríguez, Rafael Poyatos-Martínez, and Carmen María Ferrer-Luque. 2011. “An in Vitro Evaluation of Two Dentine Adhesive Systems to Seal the Pulp Chamber Using a Glucose Penetration Model.” *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* 16 (4): 0–4.

GROSSMAN, L I. 1951. “Polyantibiotic Treatment of Pulpless Teeth.” *Journal of the American Dental Association* (1939) 43 (3): 265–78.

Guiotti, Flávia Angélica, Milton Carlos Kuga, Marco Antonio Hungaro Duarte, Arnaldo Júnior Sant’Anna, and Gisele Faria. 2014. “Effect of Calcium Hydroxide Dressing on Push-out Bond Strength of Endodontic Sealers to Root Canal Dentin.” *Brazilian Oral Research* 28 (1): 1–6.

H Arslan , M Akcay, I D Capar, G Saygili, T Gok, H Ertas. 2014. “An in Vitro Comparison of Irrigation Using Photon-Initiated Photoacoustic Streaming, Ultrasonic, Sonic and Needle Techniques in Removing Calcium Hydroxide.” *Int Endod J*, 246–51.

Haapasalo, M., and D. Ørstavik. 1987. “In Vitro Infection and Disinfection of Dentinal Tubules.” *Journal of Dental Research* 66 (8): 1375–79.

Haapasalo, Markus, Unni Endal, Homan Zandi, ve Jeffrey M. Coil. 2005. “Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions”. *Endodontic Topics* 10 (1): 77–102.

Halliwell, Barry. 1987. “Disease : Some New Concepts.” *The FASEB Journal* 1 (5): 358–64.

Hasselgren, Gunna, Berit Olsson, and Miomir Cvek. 1988. “Effects of Calcium Hydroxide and Sodium Hypochlorite on the Dissolution of Necrotic Porcine Muscle Tissue.” *Journal of Endodontics* 14 (3): 125–27.

Heithersay, Geoffrey S. 1975. “Calcium Hydroxide in the Treatment of Pulpless

- Teeth with Associated Pathology.” *International Endodontic Journal* 8 (2): 74–93.
- Hellstein, John, and Brian K Nichol. 2006. “A Quantitative Assessment of Efficacy of Various Calcium Hydroxide Removal Techniques” 32 (6): 563–65.
- Holland, R., A. C. Alexandre, S. S. Murata, C. A. dos Santos, and E. D. Júnior. 1995. “Apical Leakage Following Root Canal Dressing with Calcium Hydroxide.” *Dental Traumatology* 11 (6): 261–63.
- HOLLAND, R., V. de SOUZA, M. J. NERY, W. de MELLO, P. F.E. BERNABÉ, and J. A.OTOBONI FILHO. 1979. “A Histological Study of the Effect of Calcium Hydroxide in the Treatment of Pulpless Teeth of Dogs.” *International Endodontic Journal* 12 (1): 15–24.
- Hosoya, N., H. Kurayama, F. Iino, and T. Arai. 2004. “Effects of Calcium Hydroxide on Physical and Sealing Properties of Canal Sealers.” *International Endodontic Journal* 37 (3): 178–84.
- Ingle, JI, ve LF Backland. 1994. *Endodontics*. Malvern: USA: Williams & Wilkins.
- J Margelos , G Eliades, C Verdelis, G Palaghias. 1997. “Interaction of Calcium Hydroxide with Zinc Oxide-Eugenol Type Sealers: A Potential Clinical Problem.” *J Endod.* 1: 43–48.
- Jacy Simi Junior, Ricardo Machado , Cássio José Alves de Souza, Adriano Motta Loyola, Luiz Pascoal Vansan, João Humberto Antoniazzi. 2015. “Histological Analysis of the Biocompatibility of Calcium Hydroxide Associated with a New Vehicle.” *Indian J Dent Res.* 26 (6): 627–32.
- Karadağ, Sibel. 2005. “MİKROSIZINTI AraştırmTeknikleri VeMikrosizintiyiEtkileyen Faktörler.” *MİKROSIZINTI AraştırmTeknikleri VeMikrosizintiyiEtkileyen Faktörler* 2005 (2): 80–88.
- Karatas, E., D. Ozsu, H. Arslan, and A. S. Erdogan. 2015. “Comparison of the Effect of Nonactivated Self-Adjusting File System, Vibringe, EndoVac, Ultrasonic and Needle Irrigation on Apical Extrusion of Debris.” *International Endodontic Journal* 48 (4): 317–22.
- KERSTEN, H. W., and W. R. MOORER. 1989. “Particles and Molecules in Endodontic Leakage.” *International Endodontic Journal* 22 (3): 118–24.

Kim, S. K., and Y. O. Kim. 2002. "Influence of Calcium Hydroxide Intracanal Medication on Apical Seal." *International Endodontic Journal* 35 (7): 623–28.

Kim, Sin Young, Jin Soo Ahn, Young Ah Yi, Yoon Lee, Ji Yun Hwang, and Deog Gyu Seo. 2015. "Quantitative Microleakage Analysis of Endodontic Temporary Filling Materials Using a Glucose Penetration Model." *Acta Odontologica Scandinavica* 73 (2): 137–43.

Kontakiotis, E G, M K Georgopoulou, and A S Morfis. 2001. "Dye Penetration in Dry and Water-Filled Gaps along Root Fillings," 133–36.

Kuga, Milton Carlos, Mário Tanomaru-Filho, Gisele Faria, Marcus Vinicius Reis Só, Tiago Galletti, and José Roberto Sampaio Bavello. 2010. "Calcium Hydroxide Intracanal Dressing Removal with Different Rotary Instruments and Irrigating Solutions: A Scanning Electron Microscopy Study." *Brazilian Dental Journal* 21 (4): 310–14.

Kurtzman, G M. 2012. "Positive versus Negative Pressure Irrigation." *Roots*, 20–24.

Lage Marques JL, Conti R, Antoniazzi JH, Guth I. 1994. "In Vitro Assessment of the Ionic Dissociation Velocity of Calcium Hydroxide to Different Vehicles." *Rev Odontol Univ São Paulo* 8 (2): 81–87.

Lahor-Soler, Eduard, Jaume Miranda-Rius, Lluís Brunet-Llobet, Magí Farré, and Josep Pumarola. 2015. "In Vitro Study of the Apical Microleakage with Resilon Root Canal Filling Using Different Final Endodontic Irrigants." *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* 7 (2): e212–17.

Lambrianidis, T., E. Kosti, C. Boutsoukis, and M. Mazinis. 2006. "Removal Efficacy of Various Calcium Hydroxide/Chlorhexidine Medicaments from the Root Canal." *International Endodontic Journal* 39 (1): 55–61.

Lee, S. J., M. K. Wu, and P. R. Wesselink. 2004. "The Effectiveness of Syringe Irrigation and Ultrasonics to Remove Debris from Simulated Irregularities within Prepared Root Canal Walls." *International Endodontic Journal* 37 (10): 672–78.

Lewis, B B, ve S B Chestner. 1981. "Formaldehyde in Dentistry: A Review of Mutagenic and Carcinogenic Potential." *Journal of the American Dental Association (1939)* 103 (3): 429–34.

Li, Hong, Fei Zhai, Ru Zhang, and Benxiang Hou. 2014. "Evaluation of Microsurgery with SuperEBA as Root-End Filling Material for Treating Post-Treatment Endodontic Disease: A 2-Year Retrospective Study." *Journal of Endodontics* 40 (3): 345–50.

Maalouf, Lara, Carla Zogheib, and Alfred Naaman. 2013. "Removal Efficiency of Calcium Hydroxide Dressing from the Root Canal without Chemically Active Adjuvant." *Journal of Contemporary Dental Practice* 14 (2): 188–92.

Maltezos, Christos, Gerald N. Glickman, Paul Ezzo, and Jianing He. 2006. "Comparison of the Sealing of Resilon, Pro Root MTA, and Super-EBA as Root-End Filling Materials: A Bacterial Leakage Study." *Journal of Endodontics* 32 (4): 324–27.

Manoj S Likhitar , Shantaram V Kulkarni , Aravind Burande , Vishal Solanke , C Sushil Kumar, Babasaheb Kamble. 2016. "To Evaluate the Influence of Smear Layer with Different Instruments and Obturation Methods on Microleakage of Root Canal Filled Teeth: In Vitro Study." *J Int Soc Prev Community Dent.* 6 (3): 240–44.

Marjut Sakko, Leo Tjäderhane, Riina RauteMaa-Richardson. 2016. "Microbiologia De Infecciones Radicular". *Primary Dental Journal* 5 (2): 84–89.

Marques-da-Silva, B., C. S. Alberton, F. S.F. Tomazinho, M. C.L. Gabardo, M. A.H. Duarte, R. R. Vivan, and F. Baratto-Filho. 2020. "Effectiveness of Five Instruments When Removing Calcium Hydroxide Paste from Simulated Internal Root Resorption Cavities in Extracted Maxillary Central Incisors." *International Endodontic Journal* 53 (3): 366–75. <https://doi.org/10.1111/iej.13223>.

Mavec, Joseph C., Scott B. McClanahan, Glenn E. Minah, James D. Johnson, and Robert E. Blundell. 2006. "Effects of an Intracanal Glass Ionomer Barrier on Coronal Microleakage in Teeth with Post Space." *Journal of Endodontics* 32 (2): 120–22.

Meinke, Martina, Mandana Abdollahnia, Frank Gähr, Thomas Platzek, Wolfram Sterry, and Jürgen Lademann. 2009. "Migration and Penetration of a Fluorescent Textile Dye into the Skin - In Vivo versus in Vitro Methods." *Experimental Dermatology* 18 (9): 789–92.

Messer, H H, ve R S Chen. 1984. "The Duration of Effectiveness of Root Canal

Medicaments.” *Journal of Endodontics* 10 (6): 240–45.

Metzger, Zvi, Ehud Teperovich, Raphaela Cohen, Raviv Zary, Frank Paqué, and Michael Hülsmann. 2010. “The Self-Adjusting File (SAF). Part 3: Removal of Debris and Smear Layer-A Scanning Electron Microscope Study.” *Journal of Endodontics* 36 (4): 697–702.

Miletic, Ivan, Sonja Pezelj Ribaric, Zora Karlovic, Silvan Jukic, Andrij Bosnjak, and Ivic Anic. 2002. “Apical Leakage of Five Root Canal Sealers after One Year of Storage.” *Journal of Endodontics* 28 (6): 431–32.

MILLER, WILLOUGHBY D. 1891. *the Microorganisms of the Human Mouth. The American Journal of the Medical Sciences*. C. 101.

Mohammadi, Z., and P. M.H. Dummer. 2011. “Properties and Applications of Calcium Hydroxide in Endodontics and Dental Traumatology.” *International Endodontic Journal* 44 (8): 697–730.

Mohammadi, Z, ve P V Abbott. 2009. “On the Local Applications of Antibiotics and Antibiotic-Based Agents in Endodontics and Dental Traumatology.” *International Endodontic Journal* 42 (7): 555–67.

Moinzadeh, Amir Teymour, Roeland J.G. De Moor, and Mieke A.A. De Bruyne. 2018. “Influence of a Calcium Hydroxide-Based Intracanal Dressing on the Quality of the Root Canal Filling Assessed by Capillary Flow Porometry.” *Clinical Oral Investigations* 22 (4): 1733–39.

Mokhtari, Hadi, Shahriar Shahi, Maryam Janani, Mohammad Frough Reyhani, Hamid Reza Mokhtari Zonouzi, Saeed Rahimi, and Hamid Reza Sadr Kheradmand. 2015. “Evaluation of Apical Leakage in Root Canals Obturated with Three Different Sealers in Presence or Absence of Smear Layer.” *Iranian Endodontic Journal* 10 (2): 131–34.

Molander, A, C Reit, ve G Dahlén. 1999. “The Antimicrobial Effect of Calcium Hydroxide in Root Canals Pretreated with 5% Iodine Potassium Iodide.” *Endodontics & Dental Traumatology* 15 (5): 205–9.

Nagas, Emre, Zafer C. Cehreli, Veli Durmaz, Pekka K. Vallittu, and Lippo V.J. Lassila. 2007. “Regional Push-out Bond Strength and Coronal Microleakage of

Resilon after Different Light-Curing Methods.” *Journal of Endodontics* 33 (12): 1464–68.

Nair, P. N.R., Stéphane Henry, Victor Cano, and Jorge Vera. 2005. “Microbial Status of Apical Root Canal System of Human Mandibular First Molars with Primary Apical Periodontitis after ‘One-Visit’ Endodontic Treatment.” *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 99 (2): 231–52.

Nandini, Suresh, Natanasabapathy Velmurugan, and Deivanayagam Kandaswamy. 2006. “Removal Efficiency of Calcium Hydroxide Intracanal Medicament With Two Calcium Chelators: Volumetric Analysis Using Spiral CT, An In Vitro Study.” *Journal of Endodontics* 32 (11): 1097–1101.

Nasab Mobarakeh, Nima Mousavi, Afsaneh Taheri, Hadi Rahmanian, Dana Jafarpour, and Sareh Rahmanian. 2020. “Effect of Various Irrigating Devices on the Removal of Two Different Forms of Calcium Hydroxide from Internal Resorption Cavities.” *International Journal of Dentistry* 2020.

Nielsen, T. Halfdan. 1980. “Sealing Ability of Chelate Root Filling Cements: The Triple CA-Test Using Compressed Air, Part 3.” *Journal of Endodontics* 6 (11): 835–41.

Noiri, Yuichiro, Atsushi Ehara, Takashi Kawahara, Naoki Takemura, and Shigeyuki Ebisu. 2002. “Participation of Bacterial Biofilms in Refractory and Chronic Periapical Periodontitis.” *Journal of Endodontics* 28 (10): 679–83.

Nusstein, John M. 2018. “Endodontic Sonic and Ultrasonic Irrigant Activation.” *Clinical Dentistry Reviewed* 2 (1): 1–7.

Onay, Emel Olga, Hasan Orucoglu, Arlin Kiremitci, Yonca Korkmaz, and Gizem Berk. 2010. “Effect of Er, Cr: YSGG Laser Irradiation on the Apical Sealing Ability of AH Plus/Gutta-Percha and Hybrid Root Seal/Resilon Combinations.” *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 110 (5): 657–64.

Orucoglu, Hasan, Abdulkadir Sengun, and Nihat Yilmaz. 2005. “Apical Leakage of Resin Based Root Canal Sealers with a New Computerized Fluid Filtration Meter.” *Journal of Endodontics* 31 (12): 886–90.

<https://doi.org/10.1097/01.don.0000164134.79052.b3>.

Oruçoğlu, Hasan, and Aldülkadir Şengün. 2005. "Yeni Bir Bilgisayarlı Sıvı Filtrasyon Ölçüm Cihazının Güvenirlik Analizi." *Cumhuriyet Dent J* 8 (2): 98–104.

P D, Bernard. 1971. "Single Application in Ocalex Expansion Therapy." *Inf. Dent.* 53 (33): 2852-3.

P D Bernard, M Collas. 1968. "A New Aspect of Ocalex Therapy." *Inf. Dent.* 50 (20): 2081-4.

Pabel, Anne Kathrin, and Michael Hülsmann. 2017. "Comparison of Different Techniques for Removal of Calcium Hydroxide from Straight Root Canals: An in Vitro Study." *Odontology* 105 (4): 453–59.

Paqué, F., and G. Sirtes. 2007. "Apical Sealing Ability of Resilon/Epiphany versus Gutta-Percha/AH Plus: Immediate and 16-Months Leakage." *International Endodontic Journal* 40 (9): 722–29.

Park, Ok-Jin, Jihyun Yang, Jiseon Kim, Cheol-Heui Yun, ve Seung Hyun Han. 2015. "Enterococcus Faecalis Attenuates the Differentiation of Macrophages into Osteoclasts." *Journal of Endodontics* 41 (5): 658–62.

Pashley, D. H., S. M. Thompson, and F. P. Stewart. 1983. "Dentin Permeability: Effects of Temperature on Hydraulic Conductance." *Journal of Dental Research* 62 (9): 956–59.

Pashley, DH. 1990. "Dentin Permeability: Theory and Praticce In Experimental Endodontics'". *Inc USA: CRC Press*, 19-50.

Peters, C. I., R. S. Koka, S. Highsmith, and O. A. Peters. 2005. "Calcium Hydroxide Dressings Using Different Preparation and Application Modes: Density and Dissolution by Simulated Tissue Pressure." *International Endodontic Journal* 38 (12): 889–95.

PETERS, L. B., and J. W. HARRISON. 1992. "A Comparison of Leakage of Filling Materials in Demineralized and Non-demineralized Resected Root Ends under Vacuum and Non-vacuum Conditions." *International Endodontic Journal* 25 (6): 273–78.

Peters, O. A. 2014. "Part 2 Promote Effective Disinfection."

Plotino, Gianluca, Nicola M. Grande, Montse Mercade, Teresa Cortese, Simone Staffoli, Gianluca Gambarini, and Luca Testarelli. 2019. "Efficacy of Sonic and Ultrasonic Irrigation Devices in the Removal of Debris from Canal Irregularities in Artificial Root Canals." *Journal of Applied Oral Science* 27: 1–6.

Porkaew, Patcharin, D. Hugo Retief, Robert D. Barfield, William R. Lacefield, and Seng jaw Soong. 1990. "Effects of Calcium Hydroxide Paste as an Intracanal Medicament on Apical Seal." *Journal of Endodontics* 16 (8): 369–74.

Pradelle-Plasse, Nelly, François Wenger, Bernard Picard, and Pierre Colon. 2004. "Evaluation of Microleakage of Composite Resin Restorations by an Electrochemical Technique: The Impedance Methodology." *Dental Materials* 20 (5): 425–34.

R Scott Gatewood, J Roman Farrar. 2009. "Cross-Sectional Assessment of Apical Dye Penetration Following Three Endodontic Obturation Techniques." *Gen Dent.* 57 (6): 590–94.

Rachel, Anchu, Thomas Bds, Natanasabapathy Velmurugan Mds, Surendran Smita Mds, and Sundaramurthy Jothilatha Mds. 2014. "Comparative Evaluation of Canal Isthmus Debridement Efficacy of Modified EndoVac Technique with Different Irrigation Systems." *Journal of Endodontics* 40 (10): 1676–80.

Ramachandran Nair, P. N. 1987. "Light and Electron Microscopic Studies of Root Canal Flora and Periapical Lesions." *Journal of Endodontics* 13 (1): 29–39.

Ricucci, Domenico, ve José F Jr Siqueira. 2010. "Biofilms and Apical Periodontitis: Study of Prevalence and Association with Clinical and Histopathologic Findings." *Journal of Endodontics* 36 (8): 1277–88.

Rödig, T., S. Vogel, A. Zapf, and M. Hülsmann. 2010. "Efficacy of Different Irrigants in the Removal of Calcium Hydroxide from Root Canals." *International Endodontic Journal* 43 (6): 519–27.

Rödig, Tina, Manja Hirschleb, Antonia Zapf, and Michael Hülsmann. 2011. "Comparison of Ultrasonic Irrigation and RinsEndo for the Removal of Calcium Hydroxide and Ledermix Paste from Root Canals." *International Endodontic Journal* 44 (12): 1155–61.

Rodrigues, Renata Costa Val, Homan Zandi, Anne Karin Kristoffersen, Morten Enersen, Ibrahimu Mdala, Dag Ørstavik, Isabela N. Rôças, and José F. Siqueira. 2017. "Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant Type on Bacterial Reduction in Root Canal–Treated Teeth with Apical Periodontitis." *Journal of Endodontics* 43 (7): 1058–63.

Rosenthal, Sidney, Larz Spångberg, ve Kamran Safavi. 2004. "Chlorhexidine Substantivity in Root Canal Dentin." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 98 (4): 488–92.

Safavi, Kamran E., Larz S.W. Spngberg, and Kaare Langeland. 1990. "Root Canal Dentinal Tubule Disinfection." *Journal of Endodontics* 16 (5): 207–10.

Sakaue, Hitoshi, Kei Komatsu, Toshihiko Yoshioka, Hitomi Ishimura, Arata Ebihara, and Hideaki Suda. 2013. "Evaluation of Coronal Leakage and Pathway of Dye Leakage after Obturation with Various Materials for Open Apical Foramina." *Dental Materials Journal* 32 (1): 130–37.

Schmitz, Annika, Elvira Lazić, Dimitra Koumaki, Francois Kuonen, Stamatina Verykiou, and Matthias Rübsam. 2015. "Assessing the in Vivo Epidermal Barrier in Mice: Dye Penetration Assays." *Journal of Investigative Dermatology* 135 (2): 1.

Schröder U, Granath LE. 1972. "Scanning Electron Microscopy of Hard Tissue Barrier Following Experimental Pulpotomy of Intact Human Teeth and Capping with Calcium Hydroxide." *Odontol Revy* . 23: 211-20.

Sen, B H, B Piskin, ve T Demirci. 1995. "Observation of Bacteria and Fungi in Infected Root Canals and Dentinal Tubules by SEM." *Endodontics & Dental Traumatology* 11 (1): 6–9.

Shahriari, Shahriar, Farhad Faramarzi, Mohammad Yousef Alikhani, Maryam Farhadian, and Seyedeh Sareh Hendi. 2016. "Apical Sealing Ability of Mineral Trioxide Aggregate, Intermediate Restorative Material and Calcium Enriched Mixture Cement: A Bacterial Leakage Study." *Iranian Endodontic Journal* 11 (4): 336–40.

Shemesh, H., M. Van Den Bos, M. K. Wu, and P. R. Wesselink. 2007. "Glucose Penetration and Fluid Transport through Coronal Root Structure and Filled Root Canals." *International Endodontic Journal* 40 (11): 866–72.

Shemesh, H., M. K. Wu, and P. R. Wesselink. 2006. "Leakage along Apical Root Fillings with and without Smear Layer Using Two Different Leakage Models: A Two-Month Longitudinal Ex Vivo Study." *International Endodontic Journal* 39 (12): 968–76.

Silva, L J M, O F Pessoa, M B G Teixeira, C H Gouveia, and R R Braga. 2014. "Micro-CT Evaluation of Calcium Hydroxide Removal through Passive Ultrasonic Irrigation Associated with or without an Additional Instrument," no. Schwartz 2006: 1–6.

Silva Neto, Ulisses Xavier da, Ivaldo Gomes de Moraes, Vânia Portela Ditzel Westphalen, Renato Menezes, Everdan Carneiro, and Luiz Fernando Fariniuk. 2007. "Leakage of 4 Resin-Based Root-Canal Sealers Used with a Single-Cone Technique." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 104 (2): 53–57.

Siqueira, J. F., and H. P. Lopes. 1999. "Mechanisms of Antimicrobial Activity of Calcium Hydroxide: A Critical Review." *International Endodontic Journal* 32 (5): 361–69.

Siqueira, J F Jr, ve I N Rôças. 2005. "Exploiting Molecular Methods to Explore Endodontic Infections: Part 2-Redefining the Endodontic Microbiota." *Journal of Endodontics* 31 (7): 488–98.

Siqueira, J F Jr, ve I N Rôças. 2009. "Diversity of Endodontic Microbiota Revisited." *Journal of Dental Research* 88 (11): 969–81.

Siqueira, José F., ve Isabela N. Rôças. 2014. "Present status and future directions in endodontic microbiology". *Endodontic Topics* 30 (1): 3–22.

Siqueira, José F., and Milton De Uzeda. 1996. "Disinfection by Calcium Hydroxide Pastes of Dentinal Tubules Infected with Two Obligate and One Facultative Anaerobic Bacteria." *Journal of Endodontics* 22 (12): 674–76.

SJOGREN U., Figdor D. 1985. "The Antimicrobial Effect of Calcium Hydroxide as a Short-Term.Pdf." *Journal of Endodontics*, 119–25.

Sluis, L. W.M. Van Der, M. Versluis, M. K. Wu, and P. R. Wesselink. 2007. "Passive Ultrasonic Irrigation of the Root Canal: A Review of the Literature."

*International Endodontic Journal* 40 (6): 415–26.

Sluis, L. W.M. Van Der, M. K. Wu, and P. R. Wesselink. 2005. “An Evaluation of the Quality of Root Fillings in Mandibular Incisors and Maxillary and Mandibular Canines Using Different Methodologies.” *Journal of Dentistry* 33 (8): 683–88.

Sluis, L. W.M. Wu, M. K. Wesselink, P. R. 2007. “The Evaluation of Removal of Calcium Hydroxide Paste from an Artificial Standardized Groove in the Apical Root Canal Using Different Irrigation Methodologies.” *International Endodontic Journal* 40 (1): 52–57.

Sokhi, Rithima R., Sumanthini Venkatsubramanyam Margasahayam, Vanitha U. Shenoy, and Mohit A. Bodhwani. 2017. “Effect of Calcium Hydroxide Based Intracanal Medicaments on the Apical Sealing Ability of Resin Based Sealer and Guttapercha Obturated Root Canals.” *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 11 (1): ZC75–79.

Souza, Erick Miranda, Fernanda Geraldine Pappen, Hagay Shemesh, Cristiane Bonanato-Estrela, and Idomeo Bonetti-Filho. 2009. “Reliability of Assessing Dye Penetration along Root Canal Fillings Using Methylene Blue.” *Australian Endodontic Journal* 35 (3): 158–63.

Spångberg, Editor Larz S W, Ricardo Julio, Cabrales Salgado, Cacio Moura-netto, Andrea Kanako Yamazaki, and Natividade Cardoso. 2009. “Comparison of Different Irrigants on Calcium Hydroxide Medication Removal: Microscopic Cleanliness Evaluation.” *YMOE* 107 (4): 580–84.

Spångberg, Larz. 1974. “Biologic Effects of Root Canal Filling Materials.” *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 38 (6): 934–44.

Spångberg, Larz S. W., ve Markus Haapasalo. 2002. “Rationale and efficacy of root canal medicaments and root filling materials with emphasis on treatment outcome”. *Endodontic Topics* 2 (1): 35–58.

Spångberg, Larz, Kamran E. Safavi, Arie Kaufman, and Elizeu A. Pascon. 1988. “Antimicrobial and Toxic Effect in Vitro of a Bisdequalinium Acetate Solution for Endodontic Use.” *Journal of Endodontics* 14 (4): 175–78.

- Stanley, H R, and C H Pameijer. 1985. "Pulp Capping with a New Visible-Light-Curing Calcium Hydroxide Composition (Prisma VLC Dycal)." *Operative Dentistry* 10 (4): 156–63.
- Stashenko, Philip, Cun Yu Wang, Nobuyuki Tani-Ishii, and Siu Min Yu. 1994. "Pathogenesis of Induced Rat Periapical Lesions." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 78 (4): 494–502.
- Stock, C J. 1991. "Current Status of the Use of Ultrasound in Endodontics." *Int Dent J* 41 (3): 175–82.
- Sunay, H, J Tanalp, I Dikbas, ve G Bayirli. 2007. "Cross-Sectional Evaluation of the Periapical Status and Quality of Root Canal Treatment in a Selected Population of Urban Turkish Adults." *International Endodontic Journal* 40 (2): 139–45.
- Sunde, Pia Titterud, Ingar Olsen, Gilberto J. Debelian, and Leif Tronstad. 2002. "Microbiota of Periapical Lesions Refractory to Endodontic Therapy." *Journal of Endodontics* 28 (4): 304–10.
- Sundqvist, G. 1976. "Bacteriological Studies of Necrotic Dental Pulps." *Odontol Diss.* 7: 5-81.
- Sundqvist, G. 1994. "Taxonomy, Ecology, and Pathogenicity of the Root Canal Flora." *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology* 78 (4): 522–30.
- Svensäter G, Bergenholtz G. 2004. "Biofilms in Endodontic Infections." *Endod Topics.* 9: 27–36.
- Swimberghe, R. C.D., A. De Clercq, R. J.G. De Moor, and M. A. Meire. 2019. "Efficacy of Sonically, Ultrasonically and Laser-Activated Irrigation in Removing a Biofilm-Mimicking Hydrogel from an Isthmus Model." *International Endodontic Journal* 52 (4): 515–23.
- Tandra Das, T., and S. Pradeep. 2016. "Microbial Etiology of Root Canal Treatment Failure." *International Journal of Pharmacy and Technology* 8 (3): 4558–66.
- Tanomaru, J M G, M R Leonardo, M Tanomaru Filho, I Bonetti Filho, ve L A B Silva. 2003. "Effect of Different Irrigation Solutions and Calcium Hydroxide on Bacterial LPS." *International Endodontic Journal* 36 (11): 733–39.
- Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Buruk K, Celik D, Cora S, Tahan E, Tuncel B, Serper

A. Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary systems: a bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009 Sep;108(3):e129-34.

Taşdemir T., D. Çelik, K. Er, T. Yildirim, K. T. Ceyhanli, and C. Yeşilyurt. 2011. “Efficacy of Several Techniques for the Removal of Calcium Hydroxide Medicament from Root Canals.” *International Endodontic Journal* 44 (6): 505–9.

Taylor, M. J., and E. Lynch. 1992. “Microleakage.” *Journal of Dentistry* 20 (1): 3–10.

Teles, R., Wang, CY., Stashenko, P. 1997. “Dissemination of Endodontic Infections.” *Infection and Immunity.* 65 (3781).

Timpawat, S, N Vongsavan, and H H Messer. 2001. “Effect of Removal of the Smear Layer on Apical Microleakage.” *Journal of Endodontics* 27 (5): 351–53.

Timpawat, Siriporn, Cholticha Amornchat, and Wirong Rong Trisuwan. 2001. “Bacterial Coronal Leakage after Obturation with Three Root Canal Sealers.” *Journal of Endodontics* 27 (1): 36–39.

Topçuoğlu, H. S., S. Düzgün, K. T. Ceyhanli, A. Akti, K. Pala, and B. Kesim. 2015. “Efficacy of Different Irrigation Techniques in the Removal of Calcium Hydroxide from a Simulated Internal Root Resorption Cavity.” *International Endodontic Journal* 48 (4): 309–16.

Tronstad, Leif. 1988. “Root Resorption, Etiology, Terminology and Clinical Manifestations.” *Dental Traumatology* 4 (6): 241–52.

Turk, Tugba, Beyser Piskin, Hasan Orucoglu, and Berdan Aydin. 2019. “Effect of Spreader Size on Microleakage of Roots Filled with Cold Lateral Compaction Technique” 9 (3): 378–81.

Ünver, Saadet. 2015. “Endodontide Biyofilm Tabakası ve İrrigasyonun Etkinliği” 1 (2): 41–46.

Urban, K., D. Donnermeyer, Edgar Schäfer, and S. Bürklein. 2017. “Canal Cleanliness Using Different Irrigation Activation Systems: A SEM Evaluation.” *Clinical Oral Investigations* 21 (9): 2681–87.

Vasiliadis, L., K. Kodonas, N. Economides, C. Gogos, and C. Stavrianos. 2010.

“Short- and Long-Term Sealing Ability of Gutta-Flow and AH-Plus Using an Ex Vivo Fluid Transport Model.” *International Endodontic Journal* 43 (5): 377–81.

W P Holbrook. 1991. “Bacterial Infections of Oral Soft Tissues.” *Curr Opin Dent.* Aug;1 (4): 404–10.

Weller, R. Norman, John M. Brady, and William E. Bernier. 1980. “Efficacy of Ultrasonic Cleaning.” *Journal of Endodontics* 6 (9): 740–43.

Wiseman, Anne, Timothy C. Cox, Avina Paranjpe, Natasha M. Flake, Nestor Cohenca, and James D. Johnson. 2011. “Efficacy of Sonic and Ultrasonic Activation for Removal of Calcium Hydroxide from Mesial Canals of Mandibular Molars: A Microtomographic Study.” *Journal of Endodontics* 37 (2): 235–38.

Wong, Amy W.Y., Chengfei Zhang, and Chun Hung Chu. 2014. “A Systematic Review of Nonsurgical Single-Visit versus Multiple-Visit Endodontic Treatment.” *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry* 6: 45–56.

WU, M. -K, A. J. DE GEE, and P. R. WESSELINK. 1994. “Fluid Transport and Dye Penetration along Root Canal Fillings.” *International Endodontic Journal* 27 (5): 233–38.

Xu, Qiong, Ming Wen Fan, Bing Fan, Gary S.P. Cheung, and Han Lin Hu. 2005. “A New Quantitative Method Using Glucose for Analysis of Endodontic Leakage.” *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 99 (1): 107–11.

Yildirim, Tahsin, Kürşat Er, Tamer Taşdemir, Erhan Tahan, Kurtuluş Buruk, and Ahmet Serper. 2010. “Effect of Smear Layer and Root-End Cavity Thickness on Apical Sealing Ability of MTA as a Root-End Filling Material: A Bacterial Leakage Study.” *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 109 (1): 67–72.

Zakizadeh, Parisa, Sally J. Marshall, Charles I. Hoover, Ove A. Peters, W. Craig Noblett, Stuart A. Gansky, and Harold E. Goodis. 2008. “A Novel Approach in Assessment of Coronal Leakage of Intraorifice Barriers: A Saliva Leakage and Micro-Computed Tomographic Evaluation.” *Journal of Endodontics* 34 (7): 871–75.

Zancan, Rafaela Fernandes, Pedro Henrique Souza Calefi, Mariana Maciel Batista Borges, Marcelo Ribeiro Milanda Lopes, Flaviana Bombarda de Andrade, Rodrigo Ricci Vivan, and Marco Antonio Hungaro Duarte. 2019. "Antimicrobial Activity of Intracanal Medications against Both *Enterococcus Faecalis* and *Candida Albicans* Biofilm." *Microscopy Research and Technique* 82 (5): 494–500.



**ETİK KURUL KARARI**

## İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

SEANSLAR ARASINDA KULLANILAN KALSİYUM HİDROKSİT  
PREPARATLARININ KÖK KANAL DOLGUSUNUN KALİTESİ  
ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ-2

### ORJİNALLİK RAPORU

|                   |                     |            |                  |
|-------------------|---------------------|------------|------------------|
| % <b>6</b>        | % <b>6</b>          | % <b>2</b> | %                |
| BENZERLİK ENDEKSİ | İNTERNET KAYNAKLARI | YAYINLAR   | ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ |

### BİRİNCİL KAYNAKLAR

|          |                                                                                                                    |             |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>1</b> | <a href="http://nek.istanbul.edu.tr:4444">nek.istanbul.edu.tr:4444</a><br>İnternet Kaynağı                         | % <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <a href="http://docplayer.biz.tr">docplayer.biz.tr</a><br>İnternet Kaynağı                                         | % <b>1</b>  |
| <b>3</b> | <a href="http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a><br>İnternet Kaynağı | % <b>1</b>  |
| <b>4</b> | <a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a><br>İnternet Kaynağı                                 | <% <b>1</b> |
| <b>5</b> | <a href="http://acikarsiv.ankara.edu.tr">acikarsiv.ankara.edu.tr</a><br>İnternet Kaynağı                           | <% <b>1</b> |
| <b>6</b> | <a href="http://docs.neu.edu.tr">docs.neu.edu.tr</a><br>İnternet Kaynağı                                           | <% <b>1</b> |
| <b>7</b> | <a href="http://acikerisim.dicle.edu.tr">acikerisim.dicle.edu.tr</a><br>İnternet Kaynağı                           | <% <b>1</b> |
| <b>8</b> | <a href="http://turkendodontidernegi.org">turkendodontidernegi.org</a><br>İnternet Kaynağı                         | <% <b>1</b> |

[angora.baskent.edu.tr](http://angora.baskent.edu.tr)

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

|                 |          |                 |               |
|-----------------|----------|-----------------|---------------|
| <b>Adı</b>      | Gülsüm   | <b>Soyadı</b>   | Kutlu Basmacı |
| <b>Doğ.Yeri</b> | İstanbul | <b>Doğ.Tar.</b> |               |
| <b>Email</b>    |          | <b>Uyruğu</b>   | T.C.          |

### Eğitim Düzeyi

|                 | Mezun Olduğu Kurumun Adı                      | Mez. Yılı |
|-----------------|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>Doktora</b>  |                                               |           |
| <b>Yük.Lis.</b> |                                               |           |
| <b>Lisans</b>   | İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi | 2013      |
| <b>Lise</b>     | Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi               | 2008      |

### İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

|    | Görevi | Kurum | Süre (Yıl - Yıl) |
|----|--------|-------|------------------|
| 1. |        |       | -                |
| 2. |        |       | -                |
| 3. |        |       | -                |

| Yabancı Dilleri | Okuduğunu Anlama* | Konuşma* | Yazma*  | KPDS/ÜDS Puanı | (Diğer) Puanı |
|-----------------|-------------------|----------|---------|----------------|---------------|
| İngilizce       | Çok iyi           | Çok iyi  | Çok iyi |                | 92.50         |
|                 |                   |          |         |                |               |

\*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

|                      | Sayısal  | Eşit Ağırlık | Sözel    |
|----------------------|----------|--------------|----------|
| <b>ALES Puanı</b>    | 88,73921 | 88,48079     | 72,02117 |
| <b>(Diğer) Puanı</b> |          |              |          |

### Bilgisayar Bilgisi

| Program   | Kullanma becerisi |
|-----------|-------------------|
| MS Office | İyi               |
|           |                   |
|           |                   |

### Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri

### Özel İlgi Alanları (Hobileri):