

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

**FARKLI TEKNİKLERLE KÖK KANALINDAN UZAKLAŞTIRILAN  
KALSİYUM HİDROKSİTİN KÖK KANAL DOLGU PATLARININ  
BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Dt. Ayhan EYMİRLİ**

**Endodonti Programı**

**DOKTORA TEZİ**

**ANKARA**

**2014**



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

**FARKLI TEKNİKLERLE KÖK KANALINDAN UZAKLAŞTIRILAN  
KALSİYUM HİDROKSİTİN KÖK KANAL DOLGU PATLARININ  
BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Dt. Ayhan EYMİRLİ**

**Endodonti Programı**

**DOKTORA TEZİ**

**Tez Danışmanı**

**Doç. Dr. M. Özgür UYANIK**

**ANKARA**

**2014**

Anabilim Dalı : **Endodonti**  
 Program : **Endodonti-Doktora**  
 Tez Başlığı : **Farklı tekniklerle kök kanalından uzaklaştırılan kalsiyum hidroksitin kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımına etkisinin incelenmesi**  
 Öğrenci Adı-Soyadı : **Ayhan EYMİRLİ**  
 Savunma Sınavı Tarihi : **11.02.2014**

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

**Prof. Dr. Bahar ÖZÇELİK**

**Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fak.**

Tez danışmanı:

**Doç. Dr. M. Özgür UYANIK**

**Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fak.**

Üye:

**Prof. Dr. Ahmet SERPER**

**Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fak.**

Üye:

**Prof. Dr. Mete ÜNGÖR**

**Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fak.**

Üye:

**Doç. Dr. Zeliha YILMAZ**

**Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fak.**

**ONAY**

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

**Prof. Dr. Ersin FADILIOĞLU**

Müdür *y.*

## TEŞEKKÜRLER

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, bu doktora tezinin ortaya çıkmasında katkı ve emeklerini esirgemeyen tez danışmanlarım ve değerli hocalarım Prof. Dr. Semra ÇALT TARHAN ve Doç. Dr. M. Özgür UYANIK'a,

Mesleki hayatımda ve kişisel gelişimimde bana yol gösteren başta abilerim Doç. Dr. M. Özgür UYANIK ve Yrd. Doç. Dr. Emre NAGAŞ olmak üzere bütün hocalarıma,

Hayatımda oldukları için kendimi özel hissettiğim başta çok değerli dostlarım Dr. Alper AKÇAY, Dr. Derya DENİZ SUNGUR, Dr. Burcu ATİLA PEKTAŞ ve Dt. Emel UZUNOĞLU olmak üzere bütün asistan arkadaşlarıma,

Beni bugünlere getiren sonsuz sevgi ve destekleriyle her zaman yanımda olan canım ailem Türkan EYMİRLİ, Sadık EYMİRLİ, Aydın EYMİRLİ ve Aysu TOLUN'a

Hayatıma hep güzellikler katan biricik eşim Pınar SERDAR EYMİRLİ ve canım oğlum Özgür EYMİRLİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

**Eymirli, A. Farklı tekniklerle kök kanalından uzaklaştırılan kalsiyum hidroksitin kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımına etkisinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Endodonti Programı Doktora Tezi, Ankara, 2014.** Bu çalışmanın amacı farklı taşıyıcıların ve uzaklaştırma tekniklerinin kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırılmasındaki etkinliklerinin karşılaştırılması ve kök kanalında kalan kalsiyum hidroksitin farklı patların bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesidir. Bu çalışmada toplam 152 adet tek köklü insan dişi kullanıldı. Dişlerin kronları uzaklaştırıldıktan sonra, kök kanalları Protaper dönen nikel titanyum eğe sistemi kullanılarak F3'e kadar genişletildi. Uzaklaştırma tekniklerinin karşılaştırılması için kullanılacak 48 diş iki gruba ayrılarak kök kanalları Calasept ve Surepaste ile dolduruldu (n=24). 7 gün sonra kalsiyum hidroksit %17 EDTA+Protaper F3 dönen eğe, %17 EDTA+Protaper F3 el eğesi ve %17 EDTA kullanılarak kök kanallarından uzaklaştırıldı (n=8). Daha sonra dişler ikiye ayrılarak steromikroskopta görüntüler alındı (n=16). Kalan kalsiyum hidroksit miktarının kök kanal alanına oranı hesaplandı. Elde edilen veriler tekrarlı ölçümlerde varyans analizi kullanılarak değerlendirildi. Push-out testi için kullanılacak 104 dişten 8 adet diş kalsiyum hidroksit uygulanmadan kontrol grubu olarak kullanıldı (n=4). 96 diş iki gruba ayrılarak kök kanalları Calasept ve Surepaste ile dolduruldu (n=48). 7 gün sonra kalsiyum hidroksit %17 EDTA+Protaper F3 dönen eğe, %17 EDTA+Protaper F3 el eğesi ve %17 EDTA kullanılarak kök kanallarından uzaklaştırıldıktan (n=16) sonra kök kanalları Protaper F3 gutaperka ile birlikte AH Plus jet ve Apexit Plus kullanılarak tek kon tekniğiyle dolduruldu (n=8). Daha sonra push-out bağlanma dayanımı testi yapıldı. Elde edilen veriler One Way ANOVA testi ile analiz edildi. Elde edilen sonuçlara göre, kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırılmasında taşıyıcılar arasında fark olmadığı ( $p>0,05$ ), uzaklaştırma teknikleri arasında %17 EDTA grubunun diğer gruplara göre daha az kalsiyum hidroksit uzaklaştırdığı ( $p<0,05$ ) diğer iki grup arasında fark olmadığı bulundu ( $p>0,05$ ). Push-out testinde ise AH Plus jet kontrol grubunun en yüksek, Surepaste-%17 EDTA-AH Plus jet grubunun ise en düşük bağlanma dayanımı değerlerini elde ettikleri ( $p<0,05$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı bulundu ( $p>0,05$ ).

**Anahtar kelimeler:** Kalsiyum hidroksit taşıyıcıları, kalsiyum hidroksit uzaklaştırma teknikleri, steromikroskop, push-out bağlanma dayanımı, AH Plus jet, Apexit Plus

## ABSTRACT

**Eymirli, A. Evaluation of the effect of calcium hydroxide removed from root canal with different techniques on bonding strength of root canal sealers. Hacettepe University Health Science Institute, Programme of Endodontics, PhD Thesis, Ankara, 2014.** The aims of this study were to compare the effects of different vehicles and removal techniques on calcium hydroxide removal and to evaluate the effect of calcium hydroxide residues on push-out bond strength of different sealers. In this study, 152 single rooted human teeth were used. After removal of crowns, root canals were prepared by using Protaper rotary nickel titanium system. 48 teeth for comparison of removal techniques were divided into two groups and root canals were filled with Calasept and Surepaste (n=24). After 7 days, calcium hydroxide was removed with %17 EDTA+Protaper F3 rotary file, %17 EDTA+Protaper F3 hand file and %17 EDTA (n=8). Then teeth were sectioned longitudinally, divided into two pairs and photographed by stereomicroscope (n=16). The ratio between calcium hydroxide to root canal surface was calculated. Data was analysed by multivariate analysis of variance. 8 of 104 teeth served as control groups, remaining 96 teeth were divided into two groups and root canals were filled with Calasept and Surepaste (n=48). After 7 days, calcium hydroxide was removed with %17 EDTA+Protaper F3 rotary file, %17 EDTA+Protaper F3 hand file and %17 EDTA (n=16). Then root canals were filled with AH Plus jet, Apexit Plus and Protaper F3 gutta percha (n=8) followed by bond strength was tested with push-out bond strength test. Data was analysed by One Way ANOVA. Results showed that, there was no differences between vehicles on calcium hydroxide removal ( $p>0,05$ ). When examining the removal techniques, %17 EDTA left significantly larger amount of residue. There was no differences between other two groups. In bond strength among the groups, AH Plus jet control group showed highest whilst Surepaste-%17 EDTA-AH Plus jet showed lowest bond strength ( $p<0,05$ ). Among other groups no differences was found ( $p>0,05$ ).

**Key words:** Calcium hydroxide vehicles, calcium hydroxide removal techniques, stereomicroscope, push-out bond strength, AH Plus jet, Apexit Plus.

## İÇİNDEKİLER

<b>ONAY SAYFASI</b> .....	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜRLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>GRAFİKLER DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>3</b>
2.1. Kalsiyum Hidroksit .....	3
2.1.1. Biyokimyasal Yapısı .....	3
2.1.2. Etki Mekanizması .....	4
2.1.3. Kimyasal Etkileşimleri .....	10
2.2. Kalsiyum Hidroksitin Klinik Kullanım .....	12
2.2.1. Pulpa Kaplaması .....	12
2.2.2. Apeksifikasyon .....	14
2.2.3. Perforasyon Tamiri .....	15
2.2.4. Kök Rezorpsiyonu .....	15
2.2.5. Kök Kanal Dolgu Patı .....	16
2.2.6. Kanal İçi Medikament .....	16
2.3. Kalsiyum Hidroksit Taşıyıcıları .....	18
2.3.1. Aköz Taşıyıcılar .....	18
2.3.2. Visköz Taşıyıcılar .....	19



2.3.3. Yağlı Taşıyıcılar .....	20
2.4. Kalsiyum Hidroksitin Kök Kanalından Uzaklaştırılması .....	20
2.5. Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırılmasının Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler .....	21
2.6. Kök Kanallarının Doldurulması .....	22
2.6.1. Guta-perka .....	22
2.6.2. Kök Kanal Dolgu Patları .....	23
2.7. Bağlanma Dayanımı .....	25
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>27</b>
3.1. Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Tekniklerinin Etkinliğinin Steromikroskop İle İncelenmesi .....	27
3.1.1. Dişlerin Seçimi ve Kök Kanallarının Genişletilmesi.....	27
3.1.2. Kök Kanallarının Kalsiyum Hidroksit İle Doldurulması .....	28
3.1.3. Kök Kanallarından Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırılması.....	30
3.1.4. Kök Kanalında Kalan Kalsiyum Hidroksit Miktarının Steromikroskop İle İncelenmesi .....	31
3.2. Kök Kanalında Kalan Kalsiyum Hidroksitin Patların Bağlanma Dayanımına Etkisinin İncelenmesi .....	32
3.2.1. Dişlerin Seçimi ve Kök Kanallarının Genişletilmesi.....	32
3.2.2. Kök Kanallarının Kalsiyum Hidroksit ile Doldurulması Ve Uzaklaştırılması .....	32
3.2.3. Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırıldığı Kanalların Doldurulması ve Push-out Bağlanma Dayanımı Testi .....	32
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>38</b>
4.1. Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırılmasına Ait Bulgular.....	38
4.2. Push-out Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular.....	44
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>50</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>58</b>
<b>7. KAYNAKLAR: .....</b>	<b>59</b>

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

Ca	Kalsiyum
OH	Hidroksil
Ca(OH) <sub>2</sub>	Kalsiyum hidroksit
CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyum karbonat
°C	Santigrat derece
CaO	Kalsiyum oksit
H <sub>2</sub> O	Su
gr	Gram
%	Yüzde
lt	Litre
BaSO <sub>4</sub>	Baryum sülfat
mm	Milimetre
GF	Büyüme faktörü
CaPO <sub>4</sub>	Kalsiyum fosfat
CMCP	Kamforlu monoklorofenol
Gr -	Gram negatif
Gr +	Gram pozitif
LPS	Lipopolisakkarit
TNF	Tümör nekrotizan faktör
IL	İnterlökin
dk	Dakika
CHX	Klorheksidin

C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Etanol
NaOCl	Sodyum hipoklorit
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
SEM	Tarayıcı elektron mikroskopu
MTA	Mineral Trioksit Agregat
EDTA	Etilendiamintetraasetik asit
BAG	Biyoaktif cam
CRCS	Calciobiotic Root Canal Sealer
ml	Mililitre
N	Newton
MPa	Megapaskal
mm <sup>2</sup>	Milimetrekaare
SS	Standart sapma

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.2. 1: Kalsiyum hidroksitin mineralizasyona etkisi.....	5
Şekil 3.1.1.1: Kök kanal genişletmede kullanılan Protaper set.....	28
Şekil 3.1.2.1: Çalışmada kullanılan medikamentler.....	29
Şekil 3.1.3.1: Kalsiyum hidroksit uzaklaştırmada kullanılan eğeler .....	30
Şekil 3.1.4. 1: Steromikroskopta alınan görüntünün Comef 4.3 veri analiz programında incelenmesi .....	31
Şekil 3.2.3.1: Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan kanal dolgu patları.....	35
Şekil 3.2.3.2: Örneklerin akrilik bloklara alınması.....	35
Şekil 3.2.3. 3: Örneklerden kesit almada kullanılan ISOMET 4000 cihazı ...	36
Şekil 3.2.3.4: Kesit kalınlıklarının dijital kumpas ile ölçülmesi .....	36
Şekil 3.2.3.5: Yüklemenin yapıldığı INSTRON cihazı.....	37

## GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 4.1.1: Taşıyıcılara göre kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarını gösteren ortalama-standart sapma grafiği .....	39
Grafik 4.1.2: Uzaklaştırma tekniklerine göre kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarını gösteren ortalama-standart sapma grafiği .....	40
Grafik 4.1.3: Kök kanalının farklı bölgelerinde kalan kalsiyum hidroksit miktarını gösteren ortalama-standart sapma grafiği .....	41
Grafik 4.1.4: Farklı taşıyıcı ve teknikler kullanıldıktan sonra kök kanalında kalan kalsiyum hidroksitin toplam alana oranını gösteren ortalama-standart sapma grafiği.....	42
Grafik 4.1.5: Farklı taşıyıcı ve teknikler kullanıldıktan sonra kök kanalının farklı bölgelerinde kalan kalsiyum hidroksitin oranını gösteren ortalama-standart sapma grafiği.....	43
Grafik 4.2.1: Taşıyıcıların bağlanma dayanımına etkisini gösteren ortalama-standart sapma grafiği.....	45
Grafik 4.2.2: Uzaklaştırma tekniklerinin bağlanma dayanımına etkilerini gösteren ortalama-standart sapma grafiği .....	46
Grafik 4.2.3: Taşıyıcı ve uzaklaştırma tekniklerinin patların bağlanma dayanımına etkisini gösteren ortalama-standart sapma grafiği .....	47
Grafik 4.2.4: Deney ve kontrol gruplarının bağlanma dayanımı değerlerini gösteren ortalama-standart sapma grafiği.....	49

**TABLolar DİZİNİ**

Tablo 3.1.3.1. Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Grupları .....	30
Tablo 3.2.3.1: Push-out test grupları .....	34
Tablo 4.1.1: Taşıyıcılara göre kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarı(%)(Ort±SS) .....	39
Tablo 4.1.2: Uzaklaştırma tekniklerine göre kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarı(%)(Ort±SS).....	40
Tablo 4.1.3: Kök kanalının farklı bölgelerinde kalan kalsiyum hidroksit miktarı(%)(Ort±SS) .....	41
Tablo 4.1.4: Farklı taşıyıcı ve teknikler kullanıldıktan sonra kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarı(%)(Ort±SS) .....	42
Tablo 4.2.1: Taşıyıcıların bağlanma dayanımına etkileri(MPa)(Ort±SS) .....	45
Tablo 4.2.2: Uzaklaştırma tekniklerinin bağlanma dayanımına etkileri (MPa) (Ort±SS) .....	46
Tablo 4.2.3: Patların bağlanma dayanımı değerleri(MPa).....	47
Tablo 4.2.4: Deney ve kontrol gruplarının bağlanma dayanımı değerleri(MPa)(Ort±SS).....	48

## 1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinde amaç; pulpal ve periapikal doku hastalıklarının oluşmasında önemli rol oynayan mikroorganizmaları kök kanalından uzaklaştırmak ve tekrarlayan enfeksiyonların gelişimini engellemek için kök kanalını biyouyumlu ve sızdırmaz maddelerle üç boyutlu doldurmaktır (1,2) . Mikroorganizmalar kök kanalının yanı sıra, mekanik temizlemeyle ulaşılamayacak olan dentin tübüllerinde, aksesuar ve yan kanallarda, apikal deltalarda ve kanal anastomozlarında bulunabilir (3) . Tübüllere yerleşen mikroorganizmalar kendilerini; konak savunma hücrelerinden, sistemik antibiyotiklerden ve kemomekanik temizlemeden koruyabilirler. Mekanik temizleme ve irrigasyonla kök kanalındaki mikroorganizmaların %50-70'inin uzaklaştırılabildiği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (4-6) .

Kök kanal tedavisinde mikroorganizmaları etkisiz hale getirmek için seanslar arasında kanal içi medikament kullanımı önerilmektedir (7) . Kanal içi medikament kullanılmadığında kök kanalında bakteri sayısının arttığı belirtilmektedir (5) . Kanal içi medikamentler, kök kanalında kalan mikroorganizmaları yok etmeli, kanalın tekrar enfekte olmasını engellemeli ve inflamatuvar kök rezorpsiyonunu kontrol etmelidir (8) . Kalsiyum hidroksit( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ); antimikrobiyal etkinliği (9) , organik doku çözücü etkisi (10) ve endotoksin inaktivasyonu (11) gibi özellikleri sayesinde en çok tercih edilen kanal içi medikamenttir.

Kalsiyum hidroksit kök kanalına bir taşıyıcı yardımıyla yerleştirilir ve bu taşıyıcılar kalsiyum hidroksitin iyonlaşma hızını belirler. Farklı yoğunluklara sahip olan bu taşıyıcılar genel olarak aköz, visköz ve yağlı taşıyıcılar olarak sınıflandırılır.

Kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit kanal dolgu patlarının fiziksel özelliklerini ve kök kanal dentinine bağlanmalarını olumsuz etkiler. Bu nedenle kanal doldurulmadan önce kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması önerilmektedir (12-14) . Bu amaç için farklı irrigasyon solüsyonları ve

mekanik teknikler kullanılmasına rağmen hiçbir teknik kalsiyum hidroksiti kök kanalından tam olarak uzaklaştıramamaktadır.

Kanalda kalan kalsiyum hidroksit miktarının değerlendirilmesinde farklı teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikler arasında Steromikroskop ulaşılabilirliği, kullanım kolaylığı ve örneklerin tekrarlanabilirliği açısından tercih edilen yöntemlerden biridir (15-17) .

Kök kanal dolgu maddelerinin bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesinde geleneksel gerilme ve makaslama testlerinin yanında push-out bağlanma dayanımı testi de kullanılmaktadır. Örneklere daha fazla makaslama kuvveti iletilmesi, örnek hazırlanması sırasında bağlanma yüzeyinde daha az stres birikimi olması ve kliniği taklit etmesi bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda push-out testinin tercih edilmesini sağlamaktadır (18,19) .

Çalışmamızda, farklı taşıyıcıların ve uzaklaştırma tekniklerinin kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırılmasındaki etkinliklerinin karşılaştırılması ve kök kanalında kalan kalsiyum hidroksitin farklı kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kalsiyum Hidroksit

Kalsiyum hidroksit, Hermann (20) tarafından diş hekimliğinde kullanılmaya başlamasından bugüne kadar, birçok çalışmada iyileşmeyi hızlandırmak amacıyla kullanılmıştır. Ancak, kalsiyum hidroksitle ilgili ilk referans bu değildir. Nygren (21) 1838'de kalsiyum hidroksiti '*Fistula Dentalis*' tedavisinde kullanmıştır.

Hermann'ın öncülüğünde ün kazanan kalsiyum hidroksitin kullanımıyla pulpal iyileşmenin gösterildiği çalışmalar yayınlanmış (22) , özellikle 2. Dünya Savaşından sonra kullanım alanı genişlemiş ve sert doku depozisyonunda, pulpal ve periapikal dokuların iyileşmesini hızlandırmada kullanılan en iyi medikament olarak kabul görmüştür (23) .

Kalsiyum hidroksitin etki mekanizması tam olarak anlaşılammakla birlikte bu etkinin  $Ca^{+2}$  ve  $OH^-$  iyonlarına ayrılmasıyla olduğu savunulmuştur. Yüksek pH'sının ve iyonik aktivitesinin iyileşmeye etkisi, dentin tübülünden diffüzyonu, apikal mikrosızıntıya etkisi, kanala yerleştirildikten sonra alevlenmelerle ilişkisi gibi parametrelerle kalsiyum hidroksitin etkisi değerlendirilmiştir (24) .

#### 2.1.1. Biyokimyasal Yapısı

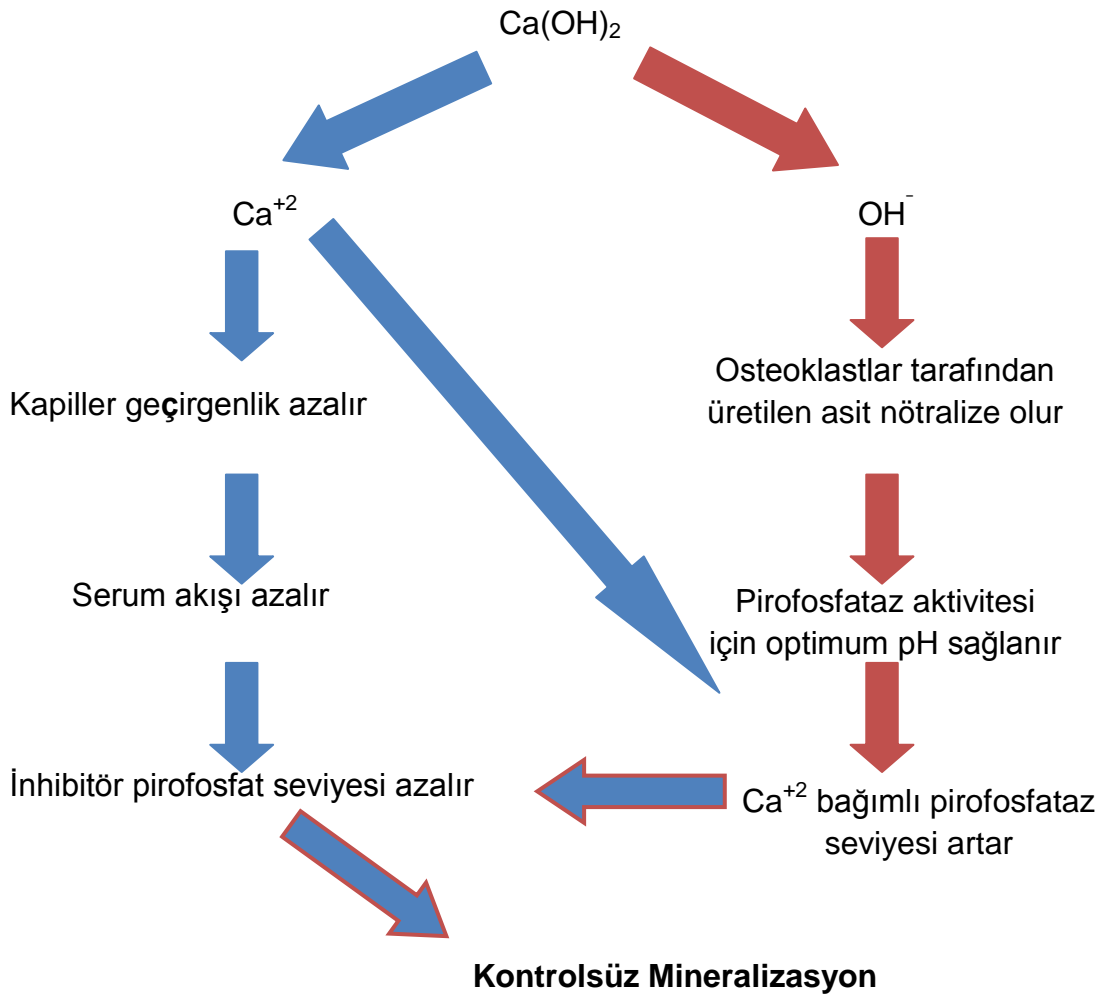
Kalsiyum hidroksit; kireçtaşının( $CaCO_3$ ) 900-1200°C'ye kadar ısıtılmasıyla ortaya çıkan sönmemiş kirecin( $CaO$ ), su( $H_2O$ ) ile birleşmesi sonucu oluşur. Molekül ağırlığı 74.08 gr(40 gr Ca, 34.08 gr OH) (8) olan kalsiyum hidroksitin % 54.11'i kalsiyum, % 45.89'u hidroksildir (25) . Bu iyonlar, sert doku depozisyonunda ve antibakteriyel etkinlikte önemli rol oynarlar. 25°C'de 1 lt suda 1,2 gr çözünen kalsiyum hidroksitin pH'sı 12,5-12,8 dir ve alkolde çözünmez (7) . Radyografik görüntü vermedikleri için baryum sülfatla( $BaSO_4$ ) 1/4-1/8 oranında karıştırılır. Baryum sülfatın rezidüel

radyoopasite bırakması nedeniyle kalsiyum hidroksit radyografik görünürlük için diatrizoat veya iothalamate gibi maddelerle de karıştırılabilir (26) .

### **2.1.2. Etki Mekanizması**

#### **Mineralizasyon**

Kalsiyum hidroksit pulpa kaplamalarında ve apeksifikasyon vakalarında kalsifiye bariyer oluşumunu sağlar. Kalsiyum hidroksit konak dokusu ile direk kontakta geldiğinde, yüksek pH'sı nedeniyle 2 mm derinliğine kadar yüzeysel nekroz yapar ve hafif demineralizasyonla büyüme faktörü(GF) salınımını artırır. Serbest hidroksil iyonları varlığı sonucu ortamın pH'sı artar ve osteoklastlar tarafından üretilen laktik asit sonucu düşen pH tamponlanır. Kendisi direk sert doku yapmasa da pH'yı yükselterek sert doku yapımında önemli rol oynayan alkalen fosfotazı aktive eder (27) . Hidrolitik bir enzim olan alkalen fosfotaz, fosforik esterleri parçalayarak serbest fosfor iyonlarının açığa çıkmasını sağlar. Bu iyonlar kan dolaşımıyla gelen kalsiyumla birleşerek hidroksiapatitin moleküler birimi olan kalsiyum fosfat( $\text{CaPO}_4$ ) çökeltisini oluşturur. Kalsiyum iyonu, dokunun kapiller geçirgenliğini azaltır ve kalsiyum konsantrasyonunu yükseltir. Kalsiyum bağımlı pirofosfataz artarken inhibitör pirofosfat azalır. Alkalen pH doku yıkımını engeller ve mineralizasyonu başlatır(Şekil 2.1.2.1)



**Şekil 2.1.2. 1:** Kalsiyum hidroksitin mineralizasyona etkisi

## Antimikrobiyal Etki

Kalsiyum hidroksitin antimikrobiyal etkisi hidroksil iyonu( $\text{OH}^-$ ) salınımı ile meydana gelir (28) . Hidroksil iyonlarının bakteri hücreleri üzerindeki etkisi 3 mekanizmayla açıklanır (7) ;

- Bakteriyel membran hasarı:  $\text{OH}^-$  iyonları fosfolipid yıkımıyla sonuçlanan lipit peroksidasyonuna neden olur ve doymamış yağ asitlerinden hidrojen kopartır
- Protein denaturasyonu: Yüksek pH nedeniyle yapısal proteinler zarar görür.
- DNA hasarı: DNA bölünmesi durur.

Yüksek pH nedeniyle hücreler için hayati önem taşıyan enzimler büyük zarar görürler, hatta yüksek pH'ya maruz kalma süresi uzadıkça geri dönüşümsüz hasarlar meydana gelir. Byström ve Sundqvist (29) , kalsiyum hidroksitin 4 hafta sonunda kanaldaki bütün mikroorganizmaları etkisiz hale getirdiğini göstermişlerdir. Yine Byström ve diğerleri (30) , yaptıkları bir başka çalışmada ise kalsiyum hidroksit yerleştirilen kök kanallarında, kamforlu fenol ve kamforlu monoklorofenol(CMCP) yerleştirilen kanallara göre daha az bakteriye rastlamışlar ve bunu hidroksil iyonlarının devamlı salınım yapmasına bağlamışlardır. Sjögren ve diğerleri (31) , kalsiyum hidroksit uyguladıkları kanallardan bir hafta sonra negatif kültür elde etmişlerdir. Han ve diğerleri (32) , aköz ve yağlı taşıyıcılı kalsiyum hidroksitin dentin tübüllerindeki *E.faecalis*'in uzaklaştırılmasında etkili olduğunu göstermişlerdir. Estrela ve diğerleri (33) , kalsiyum hidroksitin farklı taşıyıcılarla antimikrobiyal etkinliğini test etmişler ve taşıyıcıya bakılmaksızın hepsinde de antimikrobiyal etki belirlemişlerdir. Behnen ve diğerleri (34) , viskozitesi düşük taşıyıcılarla kök kanalına yerleştirilen kalsiyum hidroksitin daha viskoz taşıyıcılara oranla dentin tübüllerindeki *E. faecalis* üzerinde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Diğer taraftan DiFiore ve diğerleri (35) , kalsiyum hidrositin S.sanguis üzerine hiçbir etkisinin olmadığını, Haapasalo ve Ørstavik (36) ise kalsiyum hidrositin dentin tübüllerindeki E.faecalis'i elimine etmekte başarısız olduğunu bildirmişlerdir. Sathorn ve diğerleri (37) , kalsiyum hidrositin antibakteriyal etkisini değerlendirdikleri bir derlemede kalsiyum hidrositin bakteri eliminasyonunda sınırlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

### **Anti Endotoksin Etki**

Bütün gram negatif(gr(-)) bakterilerin hücre duvarının bir bölümünü oluşturan endotoksin; polisakkarit, lipit ve proteinden oluşur ve lipopolisakkarit(LPS) olarak bilinir (38) . Endotoksinler direk olarak hücre veya doku hasarı yapmazlar fakat ilgili hücreleri uyararak inflamatuvar cevabın başlamasına ve periapikal kemik yıkımına neden olurlar (39,40) . Endotoksinler makrofajlar başta olmak üzere nötrofilleri ve fibroblastları etkileyerek *tumour necrosis factor*(TNF), *interleukin-1*(IL-1), IL-5, IL-8, *alpha-interferon* ve *prostaglandin* gibi inflamatuvar mediyatörlerin salınımına neden olurlar (41) .

Nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu dişlerin kök kanal tedavisindeki başarı oranı, lezyon olmayan dişlere göre daha düşüktür. Çünkü periapikal lezyonlu dişlerin kanallarında fazla miktarda gr(-) bakteri bulunmaktadır (42,43) . Özellikle dentin tübülleri, yan kanallar ve apikal dallanmaların olduğu bölgelerde mekanik temizleme yapılamadığı için mikroorganizma sayısı fazladır ve bu bölgelerde bakteriyel biyofilmler görülür. Bu bölgedeki bakterileri uzaklaştırmak ve klinik başarıyı artırmak için kanal içi medikament kullanımı önerilmektedir (42-44) . Periapikal lezyon varlığında farklı tedavi seçeneklerinin uygulanması savunulmuş ve kemik kaybının olduğu durumlarda seans aralarında kanal içi medikament kullanımı önerilmiştir. Böyle durumlarda medikamentten beklenenin sadece bakteri eliminasyonu değil aynı zamanda endotoksin inaktivasyonu da olduğu savunulmuştur (30) .

Kalsiyum hidroksitin bakteri LPS'leri üzerine etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, endotoksinin hasar yapma etkisinin sorumlusunun Lipid A molekülü olduğu belirlenmiş ve kalsiyum hidroksitin Lipit A molekülünü yağ asitlerine ve amino şekerlerine döndürerek LPS'yi detoksifiye ettiği gözlemlenmiştir (45) . Bu çalışma Barthel ve diğerleri (46) tarafından da doğrulanmıştır.

Tanomaru ve diğerleri (11) , endotoksin yerleştirilen köpek dişlerinin kök kanallarında farklı irrigasyon solüsyonları ve kalsiyum hidroksit içeren medikamentler kullanarak biyomekanik temizlemenin etkisini değerlendirdikleri çalışmada sadece irrigasyonla yapılan biyomekanik temizlemenin, endotoksinleri inaktive edemediğini ancak aynı uygulamanın kalsiyum hidroksit ile birlikte yapıldığında endotoksin inaktivasyonu sağlandığını bildirmişlerdir. Jiang ve diğerleri (47) LPS'lerin osteoklastogenezise etkisini ve kalsiyum hidroksitin LPS'ler tarafından uyarılmış osteoklastları durdurma kapasitesini incelemişler ve kalsiyum hidroksitin osteoklast farklılaşmasını belirgin oranda azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Buck ve diğerleri (48) LPS'nin 30 dk klorheksidin(CHX), etanol(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) ve sodyum hipoklorit(NaOCl)'e maruz bırakıldığında, Lipid A 'nın asit zincirinin ester bağlarının hidrolize edilerek, LPS'lerin detoksifiye edildiklerini göstermişlerdir.

### **Anti Fungal Etki**

Oral floranın küçük bir kısmını oluşturan mantarların en sık izole edilen türü *Candida albicans*'tır (49) . *C.albicans* hem sağlıklı(oral floranın %30-45'i) (50) hem de hasta(AIDS'li hastanın oral florasının %95'i) (51) kişilerin oral florasında tespit edilmiştir. Mantarlar primer kök kanal enfeksiyonlarında buldukları gibi (52) sıklıkla başarısız kök kanal tedavili dişlerin kanallarından izole edilirler (49) . Waltimo ve diğerleri (53) , *C.albicans*'ın kalsiyum hidroksite karşı dirençli olduğunu göstermişlerdir. Yaptıkları bir başka çalışmada ise bütün *Candida* türlerinin en az *E.faecalis* kadar kalsiyum hidroksite direnç gösterdiğini belirlemişlerdir (54) . Siqueira ve Şen (49) ,

kalsiyum hidroksitin mantarlara karşı etkisiz kalma nedeninin, *C.albicans*'ın çok geniş pH aralığında yaşayabilmesine ve kalsiyum hidroksit patının mantarların büyümesi için gerekli  $Ca^{+2}$  iyonunu sağlamasına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir.

Ferguson ve diğerleri (55) , NaOCl, hidrojen peroksit( $H_2O_2$ ) ve CHX'in *C.albicans* üzerinde antifungal etki gösterdiğini ancak aköz taşıyıcılı kalsiyum hidroksitin etkisiz olduğunu belirtmişlerdir

### **Biyofilmlere Karşı Etki**

Biyofilm terimi; doğada değişik yüzey alanlarında oluşabilen ince tabaka halinde bulunan mikrop yığıntılarını tarif etmek için kullanılmaktadır. Biyofilm oluşması için aköz ortamlarda bulunan planktonlara ihtiyaç vardır (56) . Diş hekimliğinden örnek verecek olursak dental plak bir biyofilm yapısıdır. Tükürükteki planktonik mikroorganizmalar biyofilm organizasyonunda kaynak görevi görürler. Endodontide ise nekrotik ve enfekte pulpal dişlerde ve pulpasız enfekte kök kanal sistemlerinde bulunurlar (57) . Bu durum tedaviye dirençli apikal periodontitisin sebep olduğu bakteri yığılmasıyla meydana gelir. Şen ve diğerleri (58) , tedavi edilmeden çekilen apikal periodontitisli dişleri Tarayıcı Elektron Mikroskop(SEM)'ta incelemişler ve kanalın bütün bölgelerinde çok miktarda bakteri olduğunu gözlemlemişlerdir. Nair ve diğerleri (57) , tek seansta temizlenen, irriga edilen ve doldurulan kanalların yaklaşık %90'ında biyofilm varlığını bildirmişlerdir.

Antimikrobiyal ajanlar genelde tek çeşit bakterileri ortadan kaldırmak için geliştirilirler (59) . Ancak, biyofilmlerdeki mikrobiyal gruplar antimikrobiyal maddeler tarafından zorlukla yok edilirler. Biyofilmdeki mikroorganizmaların planktonik formlara göre 2-1000 kat daha dirençli olduğu gösterilmiştir (56) . Distel ve diğerleri (60) , kök kanalında kalsiyum hidroksit kullanılmasına rağmen kanalda *E.faecalis*'in biyofilm oluşturduğunu bildirirken Chai ve diğerleri (61) ise kalsiyum hidroksitin *E.faecalis* biyofilmlerini %100 elimine ettiğini belirtmişlerdir.

Özetle, kalsiyum hidroksitin biyofilmler üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda birbirinden farklı sonuçlar elde edildiği ve kalsiyum hidroksitin anti-biyofilm etkisinin anlaşılması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir (9) .

### **2.1.3. Kimyasal Etkileşimleri**

#### **Dentinin Kalsiyum Hidroksit Üzerine Tamponlama Etkisi**

Kök kanal sistemi organik ve inorganik bileşenleri içeren karmaşık bir yapıdır. İnorganik bileşenlerin başında hidroksiapatit gelirken, organik bileşenleri; pulpa dokusu, mikroorganizmalar ve albumin gibi proteinden zengin inflamatuvar eksuda oluşturur (62) . Bu karmaşık yapının kök kanal dezenfektanları üzerine etkisinin araştırıldığı çok az çalışma mevcuttur. Haapasalo ve diğerleri (63) , dentinin kök kanal irrigantları ve medikamentleri üzerindeki etkisini araştırmak için dentin tozunu kullanmışlar ve dentin tozunun, kalsiyum hidroksitin E.faecalis üzerindeki öldürücü etkisini ortadan kaldırdığını saptamışlardır. Portainer ve diğerleri (64) , kalsiyum hidroksit üzerinde hidroksiapatitin dentine benzer etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak dentinin kalsiyum hidroksitin antibakteriyel aktivitesi üzerindeki etkisi, alkalilere karşı gösterdiği tamponlayıcı etki ile açıklanabilir (65) . Dentinin yanı sıra nekrotik pulpa ve inflamatuvar eksudanın da endodontik dezenfektanların antimikrobiyal etkisini engelleyebildiği bildirilmiştir (62) . Dentinin tamponlama özelliğinden dolayı kök kanalı içine yerleştirilen kalsiyum hidroksitin etkisinin beklenenden az olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

#### **Kalsiyum Hidroksit ve NaOCl'nin Sinerjistik Etkisi**

Kalsiyum hidroksit ve NaOCl kullanımındaki amaç; kök kanal sistemindeki doku artıklarının ve mikroorganizmaların özelliklerini değiştirerek onları etkisiz hale getirip kök kanal sisteminden uzaklaştırmaktır (66) . Kalsiyum hidroksit ve NaOCl'nin sinerjistik etkilerini araştırdıkları çalışmada



Hasselgren ve diğeri (10) , nekrotik domuz kas dokusunu su ile karıştırılan kalsiyum hidroksitte bekletmişler ve örneklerin 12 günde çözüldüğünü gözlemlemişlerdir. Farklı sürelerde kalsiyum hidroksitte bekletilen örnekler NaOCl uygulandığında ise dokuların daha kısa sürede çözüldüğünü bildirmişlerdir. Wadachi ve diğeri (67) , NaOCl irrigasyonunun da kalsiyum hidroksit uygulanmasının da debris miktarını önemli ölçüde azalttığını, ikisinin birlikte kullanımında ise daha etkin olduklarını bildirmişlerdir.

Özetle; kök kanalına yerleştirilen kalsiyum hidroksitin NaOCl'nin doku çözücü etkisini arttırdığı ve çok seansın tek seansa göre daha başarılı olabileceği bildirilmiştir (9) .

### **Kalsiyum Hidroksit ve Klorheksidin(CHX) İlişkisi**

CHX pH 5,5-7 arasında etkin antimikrobiyal aktivite gösteren katyonik bisguanidindir. CHX'in kalsiyum hidroksit ile karıştırılması pH'nin yükselmesine ve CHX moleküllerinin çökerek etkisini yitirmesine neden olur (68) .

Haenni ve diğeri (69) , kalsiyum hidroksit ve CHX'in karıştırıldığında antibakteriyel etkinliklerinin artmadığını hatta kalsiyum hidroksitin etkisinin aynı kalırken CHX'in etkisinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Bunun sebebini de pH'nin 10'un üzerine çıkmasıyla CHX'in çözünürlüğünün azalmasına ve yapısının bozulmasına bağlamışlardır. Ercan ve diğeri (70) , dentin tübüllerindeki E.faecalis üzerinde en etkili ajanın %2'lik CHX jel olduğunu, bunu kalsiyum hidroksit/%2'lik CHX karışımının takip ettiğini ve tek başına kalsiyum hidroksitin ise dentin tübüllerindeki E.faecalis üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada C.albicans'a karşı %2'lik CHX jelin, kalsiyum hidroksit/%2'lik CHX jel karışımından daha etkin olduğu, ancak, kalsiyum hidroksitin tek başına kullanımının hiçbir etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Özetle, kalsiyum hidroksit ve CHX'in birlikte kullanılmasındaki etkinlikleri tartışmalı olsa da birbirleriyle karıştırıldığında kalsiyum hidroksitin etkinliğinin arttığı CHX'in etkinliğinin ise azaldığı gözlemlenmiştir (9) .

## **Kalsiyum Hidroksitin Dentin Üzerine Etkisi**

Dentinin esnekliği iki ana bileşen olan hidroksiapatit ile kollojen ağı ilişkisine bağlıdır. Fosfat ve karboksil grup içeren proteoglikanlar ve proteinlerden oluşan organik matriks kollojen ağ ile hidroksiapatiti birbirine bağlar (71) .

Andreasen ve diğerleri (72) , kalsiyum hidroksitin 1 yıl içinde dentinin kırılma direncini %50 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Kawamoto ve diğerleri (73) , kalsiyum hidroksite maruz kalan sıgır dentininin elastisite modülünde ciddi artış tespit etmişlerdir. Doyon ve diğerleri (74) , kalsiyum hidroksitin 6 ay içinde kök dentininin kırılma direncini belirgin oranda düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

Özetle, 6 ay-1 yıl süreyle kalsiyum hidroksite maruz kalan dentinin esnekliğinin azaldığı ve kırılma direncinin arttığı bildirilmiştir (9) .

## **2.2. Kalsiyum Hidroksitin Klinik Kullanım**

### **2.2.1. Pulpa Kaplaması**

Başarılı bir pulpa kaplamasında amaç; ekspoz olmuş canlı pulpanın sağlığını korumaktır. Pulpa kaplamasında birçok materyal ve ilaç kullanılmakla birlikte kalsiyum hidroksit antibakteriyel etki sağlaması ve pulpanın irritasyon dentini yapımını stimule etmesi nedeniyle bu amaç için kullanılan en yaygın materyallerden biridir (8) . Warfvinge ve diğerleri (75) , bu iki amaç için salinle karıştırılmış kalsiyum hidroksitin sertleşen kalsiyum hidroksite(Life, Kerr, Romulus, Michigan, ABD) göre daha etkin olduğunu bildirmişlerdir. Diğer yandan Stanley ve Pameijer (76) , Prisma VLC Dycal(LD

Caulk Co. ABD)'in su veya metilselüloz ile karıştırılan kalsiyum hidroksite göre, sertliğin artmasında, asit ve suda çözünmede, çalışma zamanının kontrolünde ve istenilen fiziksel özelliklere erken ulaşmada daha üstün olduğunu bildirmişlerdir.

Kalsiyum hidroksitin dentin köprüsü yapımını stimule ettiği bilinmektedir fakat diğer taraftan vital pulpa üzerindeki kostik etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır. Meadow ve diğerleri (77) , toz kalsiyum hidroksitin temas ettiği pulpa dokusunda yaklaşık 1,5 mm derinlikte nekroza sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bu olumsuzlukların üstesinden gelmek için sertleşen kalsiyum hidroksit formülasyonları üretilmiştir. Stanley ve Lundy (78) , sertleşen kalsiyum hidroksitin yüzeyel tabakada nekroz yapmadığını ve pulpanın Dycal, Prisma VLC Dycal, Life ve NU-Cap'a benzer reaksiyonlar gösterdiğini belirtmişlerdir. Fakat başka bir çalışmada, Dycal'ın 0,3-0,7mm kalınlığında mumifikasyon yaptığı fakat Prisma VLC Dycal'ın hiçbir inflamasyon yapmadığı bildirilmiştir (76) .

Life ve Dycal'ın 1-2 yıl içinde çözündüğü yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (76,79) . Bu materyallerin altındaki dentin köprüsünde tüneller olduğu ve vakaların yaklaşık %50'sinin bu tünellerin sebep olduğu mikrosızıntıyla enfekte veya nekroz olduğu rapor edilmiştir (79) . Bunun yanında Seltzer ve Bender (80) , kalsiyum hidroksitin istenmeyen iki yan etkisinden bahsetmişlerdir. İlki, pulpa kaplaması veya pulpotomi ajanı konulduktan sonra kanaldaki dokunun tamamıyla kalsifiye olabilme ihtimali ve sonrasında kanal tedavisine ihtiyaç duyulması halinde bunun çok zor hatta imkansız olacağı, ikincisi ise, oluşan inflamasyonun internal rezorpsiyona sebep olma ihtimali olarak gösterilmiştir.

Accoriente ve diğerleri (81) , kalsiyum hidroksit ile Mineral Trioksit Agregat(MTA)'ı karşılaştırdıkları çalışmada kalsiyum hidroksitin dentin bariyerinde delikler bıraktığını, pulpa odasını daraltdığını, oral sıvılarda çözündüğünü, adezyonunun kötü olduğunu ve asitle pürüzlendirme sırasında yapısal bozulmaya uğradığını belirtmişlerdir. Mentel ve diğerleri (82) , MTA ile

pulpa kaplaması yapılan dişlerde uzun dönemde %78 oranında başarı sağlandığını kalsiyum hidroksit kullanıldığında ise bu oranın %60'lara kadar düştüğünü bildirmişlerdir.

### 2.2.2. Apeksifikasyon

Apikal kapama açık apeksli dişlerde pulpa öldükten sonra kanal ile periapikal dokular arasında kalsifiye bariyer oluşturma sürecidir (83) . Bu kalsifiye bariyer osteosementum ve diğer kemik benzeri dokular içerir (84) . Kalsifiye bariyerin oluşabilmesi için kanal temizlenip şekillendirilir, bakteri ve debristen arındırılarak uygun ortam sağlanır ve kök ucunu tıkamak için gerekli materyal apekse yerleştirilir (83) . Bu amaç için kullanılan materyaller arasında kalsiyum hidroksit ilk sıralarda gelmektedir (85) . Periapikal dokuların kalsiyum hidroksite cevabı pulpanın kalsiyum hidroksite cevabında olduğu gibi temas edilen bölgede nekroz ve altında mineralizasyon şeklinde olur. Nekroz tabaka alttaki dokuda düşük düzeyde bir irritasyon yapar ve bu alt tabaka mineralize matriks oluşturmaya başlar. Mineralizasyon, pulpada odontoblastlar veya odontoblast benzeri hücreler tarafından yapılırken periapikal bölgede sementoblastlar tarafından yapılır. Kalsiyum hidroksitin kanalda kalma süresi ve yenilenmesiyle ilgili farklı görüşler vardır. Chawla (86) , kalsiyum hidroksitin kanala bir kere yerleştirilip bariyer oluşumunun radyografik olarak gözlenmesi gerektiğini savunurken, Chosack ve diğerleri (87) , 1 veya 3 ay sonra değiştirme arasında fark olmadığını savunmuşlardır. Cvek (88) semptomların artması durumunda veya radyografik görünülüğün kaybolduğu durumlarda yenileme gerektiğini savunurken Yates (89) , 3 ay aralıklarla 6-24 ay arası kalsiyum hidroksit uygulamasının doğru olduğunu öne sürmüştür.

Doyon ve diğerleri (74) , kök kanallarına salın, kalsiyum hidroksit ve Metapaste yerleştirdikten 30 gün sonra dişlerin esneklikleri ölçüldüğünde gruplar arası belirgin fark bulunmadığını, 180 gün sonra ise kanalda kalsiyum hidroksit olan dişlerin dayanıklılığında belirgin bir düşüş olduğunu belirtmişlerdir. Uzun süreli kalsiyum hidroksit uygulanmasına bağlı dentin

dayanıklılığındaki azalmanın nedeninin, organik matriks değişikliği, denaturasyon hidrolizisi ve yüksek pH nedeniyle dentin matriksinin organik kısmındaki azalma olduğunu açıklamışlardır

### **2.2.3. Perforasyon Tamiri**

Kök veya furka perforasyonları kök kanal tedavisinde başarısızlığa ve takiben diş kaybına neden olabilir (90) . Perforasyon tamirinde, kalsiyum hidroksit ile birlikte birçok materyal kullanılmaktadır. Kalsiyum hidroksit kolay manipülasyonu, periodonsiyumda hızlı çözünmesi, periyodontal dokuların reorganizasyonunu hızlandırması ve mineralizasyonu tetiklemesi gibi bir dizi avantajlara sahiptir (90) . Ancak, doku sıvılarıyla temasında çözündüğü ve istenilen tıkamayı sağlayamadığı için perforasyon tamirinde kullanıldığında düzenli olarak yenilenmelidir (91,92) .

Özetle, kalsiyum hidroksit perforasyon tamirinde, enfeksiyon ve kanama kontrolünde kullanılan geleneksel bir materyaldir. Fakat günümüzde hem konvansiyonel hem de cerrahi yaklaşımlarda perforasyon tamiri için MTA kullanımı önerilmektedir (9) .

### **2.2.4. Kök Rezorpsiyonu**

Kök rezorpsiyonu; sementi ve kök dentinini etkileyebilen, internal, eksternal ve kök ucu rezorpsiyonu olarak da adlandırılan diş dokusu yıkımıdır.

Kalsiyum hidroksit alkalen pH'sı sayesinde rezorpsiyon sahasında osteoklastik aktiviteyi azaltıcı ve tamir sürecini hızlandırıcı etki yapar. Asidik ortamda meydana gelen yıkımı tamponlar ve sert doku depozisyonu sağlar (93) .

İnternal ve eksternal rezorpsiyon vakalarında, lüksasyon yaralanmalarında ve ortodontik tedavi sırasında oluşan rezorpsiyonları

önlemek için pulpa çıkarılır ve kanala kalsiyum hidroksit yerleştirilerek rezopsiyon durdurulmaya çalışılır (94-96) .

### **2.2.5. Kök Kanal Dolgu Patı**

Kök kanal dolgu patları kanal düzensizliklerini doldurmak, kanalda kalan bakterileri öldürmek ve kanal içi sızdırmazlığı sağlamak için kullanılmaktadır. Bu amaç için üretilen kalsiyum hidroksit esaslı kök kanal dolgu patları alkalen pH'ları sayesinde osteoklast aktivitesini inhibe ederken oluşturduğu sementogenezis ile de apikal tıkanıklığı indükler. Fakat iyonlaşarak bu etkisini gösterdiği için kök kanal dolgusunda boşluklar oluşturur.

Kalsiyum hidroksit içeren kök kanal dolgu patları piyasada; Apexit(Ivoclar Vivadent Inc., Schaan, Liechtenstein), Sealapex(SybronEndo, Orange County, CA, ABD) ve Calciobiotic Root Canal Sealer(Coltene/Whaledent Inc. Cuyahoga Falls, OH, ABD)(CRCS) olarak bulunmaktadır.

Abdulkader ve diğerleri (97) , Roth's sealer, Ketac Endo, Tubliseal, Apexit ve Sealapex'in C.ochracea, P.gingivalis ve P.micros üzerinde antibakteriyel etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmada en etkisiz patların Apexit ve Sealapex olduğunu bildirmişlerdir.

Heling ve Chandler (98) ile Saleh ve diğerleri (99) , yaptıkları çalışmalarda Sealapex ve Apexit'in tübül penetrasyonunu ve antibakteriyel etkinliğini rezin ve çinko oksit öjenol esaslı patlardan daha düşük bulmuşlardır.

### **2.2.6. Kanal İçi Medikament**

Periapikal granülom, kanaldaki kronik enfeksiyona apikal dokuların immünolojik cevabı sonucu olur. Küçük ve asemptomatik olduklarında

sterilken büyük ve semptomatik olduklarında mikroorganizma içerirler. Böyle durumlarda lezyona mümkün olduğunca yakın kanal tedavisi yapılması önerilir. Geniş periapikal lezyonlarda ve kanalda periapikal eksudanın geçişinin kontrol edilmesi gereken durumlarda kalsiyum hidroksit kullanımı, fibröz bir bariyer oluşturarak kapiller büzülmei sağlaması ve mekanik bir blokaj oluşturması nedeniyle tavsiye edilmektedir (91) .

Blanscet ve diğerleri (100) , mikroorganizmalarla enfekte edilen kanallarda yüksek konsantrasyondaki kalsiyum hidroksitin en iyi sonucu verdiğini, ancak, % 35'lik metilselülozlu kalsiyum hidroksitin(Ultracal) %40'lık serum taşıyıcılı kalsiyum hidroksitten daha etkin olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçla kalsiyum hidroksitin etkisinin hem konsantrasyonuna hem de taşıyıcısına bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Krithikadatta ve diğerleri (101) , E.faecalis ile enfekte ettikleri kanallarda, antimikrobiyal etkinliğin en fazla CHX'de olduğunu bunu sırasıyla, metronidazol, biyoaktif cam(BAG), kalsiyum hidroksit ve salinin takip ettiğini bildirmişlerdir.

Schafer ve Bössmann (102) , E.faecalis ile enfekte ettikleri kanallarda en iyi antibakteriyel etkinliği sırasıyla CHX, CHX ve kalsiyum hidroksit karışımı ve kalsiyum hidroksitin gösterdiğini bildirmişlerdir. Birlikte kullanıldığında CHX'in kalsiyum hidroksitin etkisini arttırdığını fakat kalsiyum hidroksitin CHX'in etkisini azalttığını belirtmişlerdir. CHX'in etkinliğini hem gram pozitif(gr(+)) mikroorganizmalara karşı daha etkin olmasına hem de hidroksiapatit kristallerine bağlanarak daha uzun süre etki göstermesine bağlamışlardır.

Kalsiyum hidroksitin kök kanalında kalma süresi kullanım amacına göre farklılık göstermektedir. Medikament olarak kullanıldığında kanala yerleştirildikten birkaç gün sonra uzaklaştırılan kalsiyum hidroksitin apeksifikasyon için kullanıldığında 3 aya kadar kanalda kalması önerilmektedir (30,89) . Kalsiyum hidroksitin kanalda kaldığı süre iyonlaşma

hızına bağlıdır ve kalsiyum hidroksit taşıyıcıları iyonlaşma hızında önemli rol oynarlar.

### 2.3. Kalsiyum Hidroksit Taşıyıcıları

Kanal içi medikament olarak kullanılan kalsiyum hidroksit etkisini  $Ca^{+2}$  ve  $OH^-$  iyonlarına ayrılarak göstermektedir. Bu süreçte çok önemli rol oynayan kalsiyum hidroksit taşıyıcısı medikamentin periapikal dokuda veya kök kanalında ne kadar çözüneceğini belirler. İdeal taşıyıcı;

- Kademeli ve yavaş iyon salınımı yapmalı
- Doku sıvılarında çözünmeden dokulara yavaş difüzyon yapmalı
- Sert doku yapımını engellememelidir

Patların çözünme hızlarındaki farklılıklar direk olarak içerdikleri taşıyıcılarla ilişkilidir. Çözelti ne kadar akışkansa yoğunluğu o kadar düşük ve iyonlaşması o kadar hızlıdır. Genelde aköz, visköz ve yağlı olmak üzere 3 tip taşıyıcı kullanılmaktadır.

#### 2.3.1. Aköz Taşıyıcılar

Su, salin, dental anestezipler, Ringer's çözeltisi, metilselüloz ve karboksimetilselülozun aköz süspansiyonları ve anyonik deterjanlar bu grupta yer alırlar. Suda çözünen bu taşıyıcılar kalsiyum hidroksit ile karıştırıldığında iyonlaşma çok hızlı olur. Bu taşıyıcılar dokularla veya doku sıvılarıyla temasa geldiğinde hemen çözünürler ve makrofajlar tarafından rezorbe edilirler

Bu taşıyıcılar klinikte, pulpa kaplamalarında (103) , apeksifikasyonda (104) , kanal içi medikament olarak (105) , kronik periapikal lezyon varlığında (106) ve kök rezorpsiyonu varlığında (107) kullanılmaktadırlar.



Hasta başında hazırlananların dışında hazır olarak satılan tescilli markalar bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; Calasept(Nordiska Dental, Angelholm, İsveç), Calxyl(Otto&Co Frankfurt,Almanya), Pulpdent ve Tempcanal(Pulpdent Corp., Brooklyn, MA, ABD), Calvital(Neodental Chemical Products Co., Tokyo, Japonya), ve Hypocal(Ellinan Co., Hewlatt, NY, ABD)'dir.

### **2.3.2. Visköz Taşıyıcılar**

Gliserin, polietilenglikol ve propilenglikol bu grupta yer alan taşıyıcılardır. Bu gruptaki taşıyıcılar suda düşük oranda çözünürler. Bu taşıyıcılar yüksek molekül ağırlıkları sayesinde aköz taşıyıcılara oranla daha yavaş ve uzun süreli salınım yaparlar.

Taşıyıcının yüksek molekül ağırlığına bağlı olarak kalsiyum hidroksit dokuyla temasında çok az çözünür ve istenilen bölgede uzun süre kalır. Visköz taşıyıcılı bir medikament kök kanalında 2-4 ay süreyle kalabilir, böylece seans sayısı azalır.

Bu taşıyıcılar klinikte, kronik apikal apseli dişlerde (108) , kronik lezyon varlığında (109) , kök rezorpsiyonu varlığında (110) kanal içi medikament olarak kullanılmaktadırlar.

Hasta başında hazırlananların dışında hazır olarak satılan tescilli markalar bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; Calen(S.S. Wite-artigos Dentarios, Rio de Janerio, RJ, Brezilya), SurePaste(Suredent Corporation, Gyeonggi-do, Kore) ve Ultracal(Ultracal; Ultradent products, Jordan, UT, ABD)'dir.

### 2.3.3. Yağlı Taşıyıcılar

Zeytinyağı, silikon yağı, kamfor, metakresilasetat ile oleik, linoleik ve isostearik asit gibi bazı yağ asitleri bu grupta yer alan taşıyıcılardır. Bu gruptaki taşıyıcılar suda çözünmezler ve dokuyla temasında çok az çözünürler. Aköz ve visköz taşıyıcılara oranla kök kanalında çok uzun süre kalan bu taşıyıcılar klinikte; pulpa kaplamalarında, kök rezorpsiyonlarında ve apeksifikasyonda kullanılmaktadır (92,111) .

Hasta başında hazırlananların dışında hazır olarak satılan tescilli markalar bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; Endoapex(Lab. Inodon Ltda. Porto Alegre, RS, Brezilya), L&C( Herpo Protudos DentArios Ltda. Rio de Janerio, Brezilya), Vitapex(Neo Dental Chemical Products Co. Ltd, Tokyo, Japonya) ve Metapex(Meta Biomed, Horsham, PA, ABD)'dir

### 2.4. Kalsiyum Hidroksitin Kök Kanalından Uzaklaştırılması

Kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit artıklarının; rezin esaslı patların bağlanma dayanımını olumsuz etkilediği (112) , silikon esaslı patların tıkama özelliğini engellediği (113) , çınko oksit öjenol esaslı patları kırılğan hale getirdiği (14) ve patların tübül penetrasyonunu engellediği (12) için kök kanal dolgusundan önce kanaldan uzaklaştırılması önerilmektedir. Kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırıldığı çalışmalarda konvansiyonel eğeler, dönen eğeler, ultrasonik sistemler ve kanal içi fırçalama ekipmanları gibi mekanik tekniklerle beraber su, salin, NaOCl, sitrik asit, maleik asit, EDTA ve EGTA gibi irrigasyon solüsyonları da kullanılmıştır.

Lambrianidis ve diğerleri (114) , farklı taşıyıcılarla kanala yerleştirilen kalsiyum hidroksiti salin, %3'lük NaOCl, ve %3'lük NaOCl+ %17'lik EDTA ile beraber konvansiyonel eğe kullanarak uzaklaştırmışlar ve irrigantların kalsiyum hidroksiti kanaldan uzaklaştırma etkinlikleri arasında fark olmadığını belirtmişlerdir. Margelos ve diğerleri (14) , EDTA veya NaOCl'nin tek başlarına kullanıldıklarında kalsiyum hidroksiti kanaldan uzaklaştırmada etkili

olamadıklarını fakat ege ile birlikte kullanıldıklarında etkili olduklarını bildirmişlerdir. Nandini ve diğerleri (115) , kök kanalına yerleştirdikleri yağlı taşıyıcı ve distile su ile karıştırılan kalsiyum hidroksiti %17'lik EDTA ve %10'luk sitrik asit kullanarak uzaklaştırmışlardır. Her iki irrigantın da distile su ile karıştırılan kalsiyum hidroksiti kanaldan kolayca uzaklaştırmalarına rağmen yağlı taşıyıcılı kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmada aynı etkiyi gösteremedikleri bildirilmiştir.

Çalt ve Serper (12) , yaptıkları SEM çalışmasında, sadece NaOCl kullanılan kanallarda kalsiyum hidroksit artıklarının gözlendiğini ancak NaOCl+EDTA kullanımının kalsiyum hidroksiti uzaklaştırdığını belirtmişlerdir.

Kenee ve diğerleri (116) , kök kanalından kalsiyum hidroksit uzaklaştırmada, NaOCl, EDTA, dönen eğeleri ve ultrasonik sistemi karşılaştırmışlar ve hiçbir tekniğin kalsiyum hidroksiti kanaldan tamamen uzaklaştıramadığını göstermişlerdir. Döner ege ve ultrasonik sistemin birbirlerine üstün olmamakla beraber diğer tekniklerden daha etkili oldukları bildirilmiştir. Balvedi ve diğerleri (17) , kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak için şırınga ile irrigasyonla ultrasonik sistemle irrigasyonu karşılaştırmışlar ve ultrasonik sistemle irrigasyonun daha etkin bir uzaklaştırma sağladığını rapor etmişlerdir.

## **2.5. Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırılmasının Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler**

Kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırılmasının değerlendirildiği çalışmalarda; Bilgisayarlı Tomografi(CT) (115) , SEM (117) , stereomikroskop, dijital kamera ve yazıcılar kullanılmaktadır. Stereomikroskop; ulaşılabilirliği, kullanım kolaylığı, örnek hazırlanmasında ek materyallere ihtiyaç duyulmaması gibi avantajları sayesinde sıklıkla kullanılan bir gereçtir (15-17) . Bu avantajları nedeniyle çalışmamızda görüntülerin elde edilmesi için stereomikroskop tercih edilmiştir.

CT değerlendirmeleri; hacim hesaplaması yaptığından dolayı alan hesaplaması yapılan diğer yöntemlere göre daha doğru sonuçlar vermeleri, örneklere kesit alınmadığı için madde kaybına neden olmamaları ve örneklere 3 boyutlu modellerinin çıkarılabilmesine olanak tanımaları gibi avantajlarına karşın zor ulaşılabilir olmaları, kesit alımının hassasiyeti ve elde edilen verilerin analizinin zorluğu gibi dezavantajlara sahiptir.

SEM değerlendirmesi; kullanılan teknikler arasında dentin tübüllerinin açıklığını gösterebilen tek yöntem olmasına karşın örnek hazırlanmasındaki zorluklar ve bütün kök kanalını gösterememesi gibi dezavantajlara sahiptir.

## **2.6. Kök Kanallarının Doldurulması**

Kök kanal tedavisinde başarı için; doğru teşhis konmalı, kök kanal sistemi uygun şekilde temizlenip şekillendirilmeli ve sızıntıya izin vermeyecek şekilde üç boyutlu olarak tıkanmalıdır.

Standart bir kök kanal dolgusu, merkezi ana materyal ve kök kanal dolgu patından oluşur. Kök kanal dolgusu içerisinde merkezi ana materyalin en fazla, kök kanal dolgu patının ise en az alanı kaplaması beklenmektedir (118,119) . Bununla birlikte, kök kanal sistemini tamamen tıkayabilecek herhangi bir materyal veya teknik henüz mevcut değildir (120,121) .

### **2.6.1. Guta-perka**

Kök kanal sisteminin doldurulmasında merkezi ana materyal olarak gümüş koni gibi katı, guta-perka ve Resilon(Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, CT, ABD) gibi yarı katı materyaller kullanılmaktadır. Guta-perka kök kanal tedavisinde diğer merkezi ana materyallere göre daha fazla tercih edilen kök kanal dolgu maddesi olarak endodontideki yerini korumaktadır. Doğal kauçuğun trans-poliizopren yapıdaki halidir (122) . Kök kanalına bağlanma özelliği olmadığı için guta-perkanın kök kanal dolgu patlarıyla birlikte kullanımını önerilmektedir (123)

## 2.6.2. Kök Kanal Dolgu Patları

Kök kanal dolgu patları; apikal forameni, kanal düzensizliklerini ve kanal duvarı ile dolgu materyali arasındaki boşlukları doldurarak kök kanal sisteminin hermetik şekilde tıkanmasını sağlar. Ayrıca, sızıntıyı önlemeye yardım eder, kanalda kalan bakteri sayısını azaltır ve periapikal lezyonun iyileşmesine yardımcı olur (124) .

Kök kanal tedavisinde en sık kullanılan kök kanal dolgu patları şu şekilde sınıflandırılmaktadır (125) ;

- 1) Çinko oksit Esaslılar
  - a. Çinko oksit-öjenol
  - b. İlaçlı olanlar
    - i. Paraformaldehit içerenler
    - ii. Paraformaldehit içermeyenler
  - c. Öjenolsüz çinko oksit
- 2) Polimerler
  - a. Epoksi rezin
  - b. Metakrilat rezin
  - c. Poliketon(polivinil) polimer
  - d. Silikon polimer
- 3) Kalsiyum Hidroksit Esaslılar
- 4) Cam İyonomer Esaslılar
- 5) Biyoseramik Esaslılar
  - a. Kalsiyum-silikat-fosfat içerenler
  - b. Mineral Trioksit Agregat(MTA) içerenler

Çeşitli firmalarca farklı içeriklere sahip çok sayıda kök kanal dolgu patı üretilmekte ve yapılan çalışmalarla bu patların fiziksel, biyolojik, fonksiyonel ve klinik özellikleri test edilmektedir. Çalışmamızda epoksi rezin esaslı AH Plus jet ile kalsiyum hidroksit esaslı Apexit Plus'ın bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldı.

## **Çalışmamızda kullanılan kök kanal dolgu patları**

Çalışmamızda kök kanalına yerleştirilen kalsiyum hidroksit faklı tekniklerle uzaklaştırıldıktan sonra kök kanalları epoksi rezin esaslı AH Plus jet ve kalsiyum hidroksit esaslı Apexit Plus ile doldurulmuştur

- **Apexit Plus(Ivoclar Vivadent,Schaan, Liechtenstein)**

Apexit Plus baz kısmında; kalsiyum hidroksit, silikon dioksit, kalsiyum oksit, çinko oksit, trikalsiyum fosfat, polidimetilsiloksan, çinko stearat, fosforik asitin alkalik esteri, parafin yağı, hidrojene edilmiş rezin pigmentler ile aktivatör kısmında; trimetil hekzandioldisalisilat, bizmut karbonat, bizmut oksit, silikon dioksit, hidrojene edilmiş rezin, 1.3 bütandioldisalisilat içeren büzülme göstermeyen biyouyumlu bir kök kanal dolgu patıdır. Akışkanlığı sayesinde kök kanal düzensizliklerine rahatlıkla uyum sağlayabilen bu patın çalışma süresi oda sıcaklığında 3 saate kadar uzayabilmektedir. Sertleşirken hafif genleşerek kök kanalında dayanıklı bir tıkama sağlamasına rağmen zamanla çözülerek kök kanal dolgusunda boşluklar oluşturur (125) .

- **AH Plus Jet(Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Almanya)**

AH Plus epoksi-bis-fenol türevi rezin esaslı pattır ve iki tüp halinde bulunur. Tüplerden biri; bisfenol-A epoksi rezin, bisfenol-F epoksi rezin kalsiyum tungustat, zirkonyum oksit, silika ve demir oksit içerirken diğer tüpte; silikon yağı, silika, zirkonyum oksit, kalsiyum tungustat, aminaadamantan, dibenzildiamin ve trisiklodekandiamin bulunmaktadır. Yaklaşık 4 saatlik çalışma süresi ve 8 saatlik sertleşme süresi bulunmaktadır (126) . Sertleşme sırasında çok az büzülme gösterirler ve sertleşirken formaldehit açığa çıkarmadıkları için kısa ve uzun dönem toksisiteleri düşüktür (126) . Kalsiyum tungustat içermesine rağmen bu pattan kalsiyum salınımı gerçekleşmez. Elle karıştırma gerektirmeyen, kullanım kolaylığı ve doğru orandaki karışımı sağlayan şırıngadaki AH Plus jet formu üretilmiştir.

Eğilebilen ve dönebilen açılı ağız içi uçları patın kök kanalına doğrudan yerleştirilmesine olanak tanır.

## 2.7. Bağlanma Dayanımı

Bağlanma; iki maddeyi moleküller arasındaki çekim sayesinde tam olarak temas getiren ve bir arada tutan kuvvettir. Bağlanan madde adeziv, bağlanma yüzeyi aderent(substrat), bağlantı tabakasını oluşturan bileşenler ise bağlayıcı madde olarak tanımlanır (127) . Bağlantı mekanik ve kimyasal olmak üzere iki mekanizmayla gerçekleşir. Adeziv, aderentin pürüzlü yüzeyine penetre olarak bağlanıyorsa mekanik bağlanma, aderente moleküler ve atomik düzeyde bağlanıyorsa kimyasal bağlanma gerçekleşir (128) . Endodontik literatürde ise bağlanma, kök kanal dolgu maddesinin kök kanalından ayrılmaya karşı gösterdiği direnç olarak yer almaktadır.

Diş hekimliğinde kullanılan çeşitli materyallerin bağlanma dayanımlarını değerlendirmek amacıyla, makaslama bağlanma dayanımı, gerilme bağlanma dayanımı ve push-out bağlanma dayanımı testleri kullanılmaktadır. Makaslama bağlanma dayanımı testinde, kuvveti uygulayan yükleme cihazı, adeziv ve aderentin bağlandığı ara yüz ile paralel olacak şekilde kuvvet uygulanır (129) . Fakat bu paralelliğin sağlanması zor olduğu için, işlem esnasında gerçekleşen devrilmeler hatalı sonuçlar alınmasına ve yöntemin sorgulanmasına neden olmuştur. Kuvvetin uygun şekilde iletilebilmesi amacıyla ilmik tel, bıçak kenarı ya da künt bir çubuk kullanılarak yöntem modifiye edilmiştir. Gerilme bağlanma dayanımı testinde, dentin ya da guta-perkadan oluşturulan dentin diskleri üzerine uygulanan kanal dolgu patınının bir kanca yardımıyla çekilmesiyle bağlanma dayanımı ölçülür. Bu yöntemde makaslama yönteminin aksine örnek ile bağlanan materyal aynı düzleme getirildiği için daha homojen bir stres dağılımı elde edilebileceği düşünülmektedir. Ancak dental ortamda elastik ve plastik deformasyonları farklı olan bağlayıcı sistemler, kompozit rezinler, demineralize ve mineralize dentin yüzeylerinin bir arada bulunması bu yöntemler ile homojen stres dağılımı elde edilmesini imkansız kılar. Push-out bağlanma dayanımı testi,

geleneksel gerilme ve makaslama testlerine göre örneğe daha fazla makaslama kuvveti iletilmesi (130) , örnek hazırlanması sırasında bağlanma yüzeyinde daha az stres birikimi olması (18,131,132) ve uygulanan kuvvetin kliniği taklit eder tarzda dentin tübüllerine dik, bağlantı yüzeyine paralel gelmesi (19) nedeniyle günümüzde ilk tercih edilen bağlanma dayanımı test yöntemidir. Bu özelliklerinden dolayı çalışmamızda da push-out bağlanma dayanımı testi tercih edilmiştir

İlk olarak kemikle ortopedik implantların bağlanmasının test edilmesinde kullanılan push-out testi biyomedikal araştırmalarda yaklaşık kırk yıldır kullanılmaktadır (133) . Diş hekimliğinde push-out testleri postların kök kanalına bağlanmalarının test edilmesinde sıkça kullanılmaktadır (134,135) . Kök kesitleri postların uzun aksına dik olacak şekilde farklı kalınlıklarda hazırlanabilir (18,134,135) . Makaslama bağlanma dayanımı post çapından daha küçük bir ucun posta uyguladığı kuvvetle ölçülür. Bağlanma dayanımı uygulanan kuvvet ve post ile kanal duvarı arasındaki alan kullanılarak hesaplanır.

Yakın zamanda push-out testleri kanal dolgu materyallerinin kök kanalına bağlanma dayanımlarının ölçülmesinde kullanılmaya başlanmış (19,136) ve klinik durumu taklit ettiği yapılan çalışmalarla kabul edilmiştir (137) .

Push-out bağlanma dayanımı testlerinde guta-perka gibi termoplastik materyallerin deformasyonunu engellemek için kanal anatomisine uygun farklı çaplarda uçlar kullanılmalıdır (130,138-140) . Örnek geometrisindeki varyasyonlar ve kuvvetin uygulanma şekli bağlanma dayanımı testlerinin sonuçlarını etkilemektedir (141) . Uygulanan kuvvet ve hazırlanan örnek dikey düzlemde aynı hizaya getirilmelidir; çünkü örneğin pozisyonu da uygulanan kuvvetin açısı da test sonucunu doğrudan etkilemektedir (130,135) . Bu problemlerin önüne geçmek için; kanal çapına uygun uçlar kullanılmalı, uygulanacak kuvvet ile örnek hizalanmalı ve kanal konikliği göz önünde bulundurulmalıdır (139) .



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in vitro* çalışma 2011/2 nolu ve 24.02.2011 tarihli etik kurul raporu ile tıbbi açıdan uygun bulunmuştur. Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi(011 D07 201 001) tarafından desteklenmiştir. Çalışmamızın deneyleri Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi AR-GE laboratuvarında ve Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Sert Doku Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada aköz taşıyıcılı (distile su) Calasept ile visköz taşıyıcılı (polietilen glikol) Surepaste'in (Şekil 3.1.2.1) ve Protaper F3 dönen eğe+EDTA, Protaper F3 el egesi+EDTA ile EDTA'nın (Şekil 3.1.3.1) kalsiyum hidroksitin kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasına etkilerinin değerlendirilmesi ve kök kanal sisteminde kalsiyum hidroksit varlığında AH Plus ve Apexit Plus'ın (Şekil 3.2.3.1) bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

#### 3.1. Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Tekniklerinin Etkinliğinin Steromikroskop İle İncelenmesi

##### 3.1.1. Dişlerin Seçimi ve Kök Kanallarının Genişletilmesi

Bu çalışmada 48 adet, çürüksüz, kök ucu kapalı, tek köklü ve tek kanallı çekilmiş insan dişi kullanıldı. Çekimden sonra dişler serum fizyolojik içinde saklandı. Dişler operasyon mikroskobu altında incelenerek kırık, çatlak veya başka defekti olanlar çıkarıldı. Dişlerin üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları bir kretuar yardımıyla temizlendi ve çalışmalar gerçekleşene kadar serum fizyolojikte bekletildi. Deney aşamasında dişlerin kron kısımları, kök boyu 16 mm olacak şekilde uzaklaştırıldı. #10 K tipi eğe(Diament, Burnaby, BC, Kanada) kök ucundan görünecek şekilde kök kanalına yerleştirildi ve çalışma boyu bundan 1 mm kısa olacak şekilde(15 mm) belirlendi. Protaper(Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) dönen eğe sistemi kullanılarak kök kanalları F3'e kadar genişletildi(Şekil 3.1.1.1). Kök

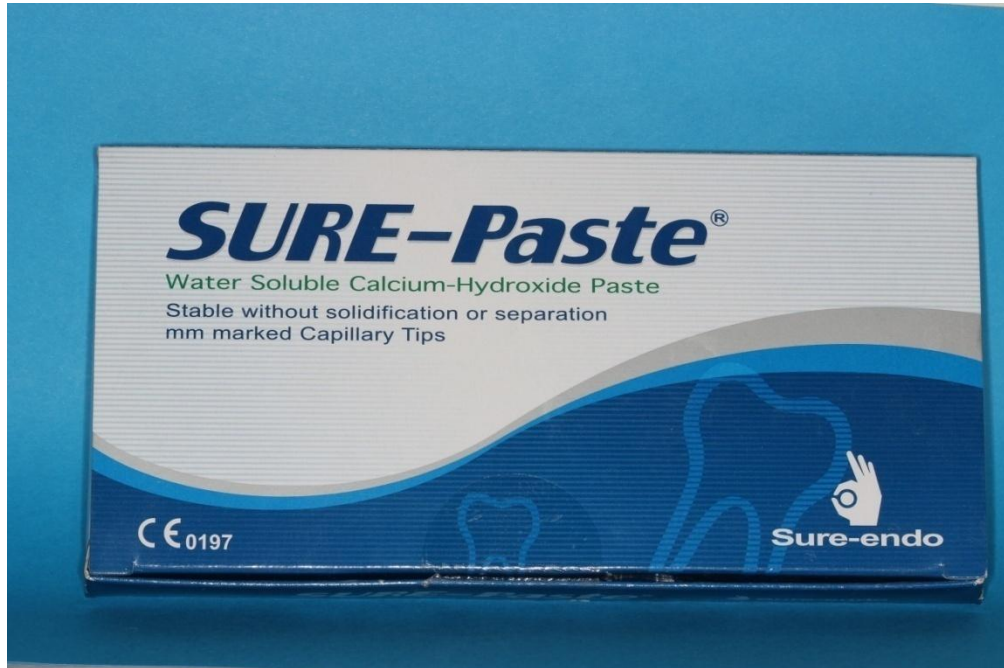
kanallarının şekillendirilmesi sırasında her eğe arasında 2 ml % 2,5 NaOCl(Ace, Procter& Gamble, İstanbul, Türkiye) ile irrigasyon yapıldı. Final irrigasyonu olarak 5ml %2,5 NaOCl, 5 ml %17 EDTA(Sigma Chemical Co., St Louis, MO, ABD) ve takiben 5 ml distile su kullanıldı.



**Şekil 3.1.1.1:** Kök kanal genişletmede kullanılan Protaper set

### 3.1.2. Kök Kanallarının Kalsiyum Hidroksit İle Doldurulması

Kök kanalları kağıt konilerle kurutulduktan sonra örnekler kullanılan kalsiyum hidroksit tipine göre iki gruba ayrıldı(n=24). Birinci gruptaki dişlerin kök kanallarına aköz taşıyıcılı Calasept(Nordiska Dental, Angelholm, İsveç) ikinci gruptakilere ise visköz taşıyıcılı SurePaste(Suredent Corporation, Gyeonggi-do, Kore) lentülo ile yerleştirildi(Şekil 3.1.2.1). Daha sonra kanal ağızları pamuk pelet ve Cavit(3 M ESPE AG, Seefeld, Almanya) ile kapatılan dişler, 1 hafta 37<sup>0</sup>C'de %100 nemli ortamda bekletildi.



Şekil 3.1.2.1: Çalışmada kullanılan medikamentler

### 3.1.3. Kök Kanallarından Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırılması

Çalışmamızda Calasept ve Surepaste yerleştirilmiş kök kanallarından kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak amacıyla 3 ayrı teknik kullanıldı( n=8)(Şekil 3.1.3.1)(Tablo 3.1.3.1)

**Tablo 3.1.3.1.** Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Grupları

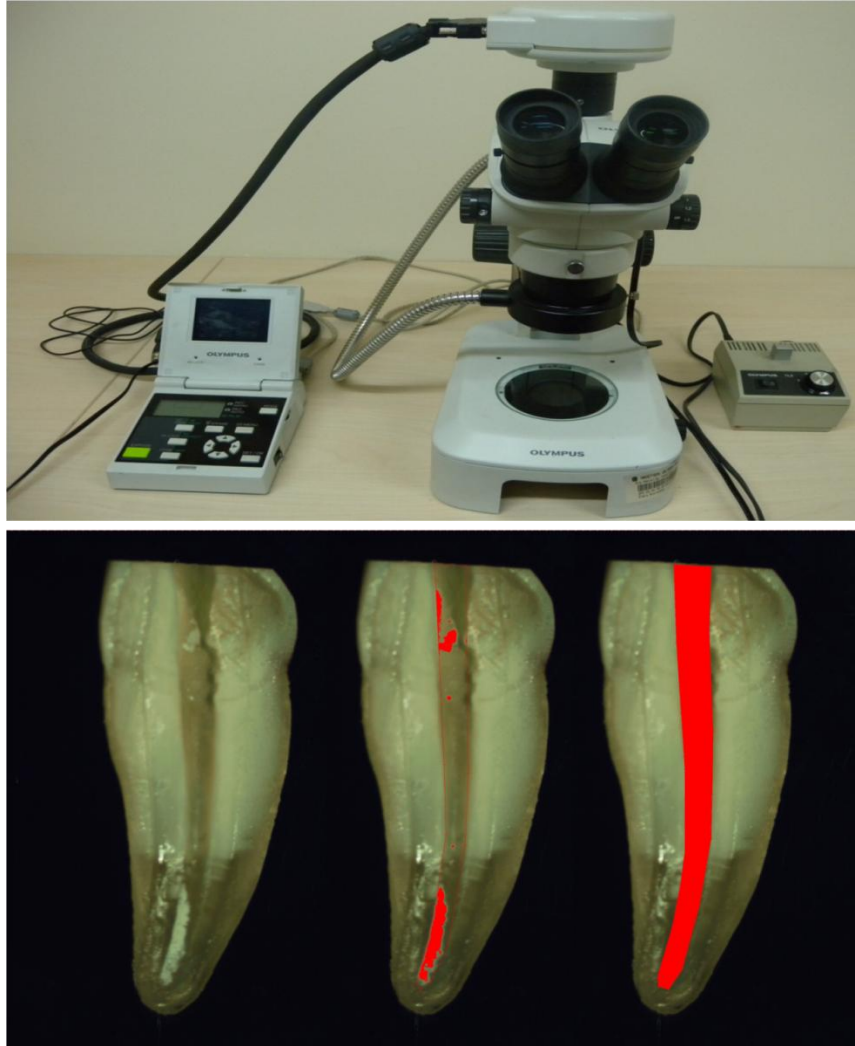
	Kullanılan hidroksit patı	kalsiyum	Uzaklaştırma tekniği
Grup 1	Calasept		%17 EDTA
Grup 2	Surepaste		%17 EDTA
Grup 3	Calasept		%17 EDTA + Protaper F3 el eğesi
Grup 4	Surepaste		%17 EDTA + Protaper F3 el eğesi
Grup 5	Calasept		%17 EDTA + Protaper F3 dönen eğe
Grup 6	Surepaste		%17 EDTA + Protaper F3 dönen eğe



**Şekil 3.1.3.1:** Kalsiyum hidroksit uzaklaştırmada kullanılan eğeler

### 3.1.4. Kök Kanalında Kalan Kalsiyum Hidroksit Miktarının Steromikroskop İle İncelenmesi

Elmas disk ile kök kanalına girmeden bukkal ve lingual yönde uzunlamasına oyuklar açıldıktan sonra keski ve çekiç yardımıyla dişler ikiye ayrıldı. Kök kanalları steromikroskop(X4,5)(Olympus SZ61, Olympus, Tokyo, Japonya) ve mikroskop dijital kamerası(Olympus DP12, Olympus, Tokyo, Japonya) altında incelendikten sonra alınan görüntüler COMEF 4.3(OEG Messtechnik, Frankfurt, Almanya) görüntü analiz programında değerlendirildi (Şekil 3.1.4.1). Elde edilen verilerin istatistiksel analizi tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile yapıldı.



Şekil 3.1.4. 1: Steromikroskopta alınan görüntünün Comef 4.3 veri analiz programında incelenmesi

## **3.2. Kök Kanalında Kalan Kalsiyum Hidroksitin Patların Bağlanma Dayanımına Etkisinin İncelenmesi**

### **3.2.1. Dişlerin Seçimi ve Kök Kanallarının Genişletilmesi**

Bu çalışma için kök uçları kapalı, tek köklü ve tek kanallı 104 adet sağlam insan dişinin seçimi ve kök kanal genişletmeleri steromikroskop analizi testinde olduğu gibi yapıldı(Bkz: 3.1.1).

### **3.2.2. Kök Kanallarının Kalsiyum Hidroksit ile Doldurulması Ve Uzaklaştırılması**

Çalışmamızın bu kısmında kullanılan 104 adet dişten 8 adedi kontrol grubu olarak ayrıldı. Kalan 96 adet diş Calasept ve Surepaste ile dolduruldu(n=48). Daha sonra kanal ağzıları pamuk pelet ve Cavit ile kapatılan dişler, 1 hafta 37<sup>0</sup>C'de %100 nemli ortamda bekletildikten sonra kalsiyum hidroksit kanaldan üç farklı şekilde uzaklaştırıldı(n=16). Uzaklaştırma işlemi steromikroskop analizi testinde olduğu gibi yapıldı(Bkz: 3.1.3)

### **3.2.3. Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırıldığı Kanalların Doldurulması ve Push-out Bağlanma Dayanımı Testi**

Kök kanalları Protaper F3 guta-perka(Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile AH Plus jet(Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Almanya) ve Apexit Plus(Ivoclar Vivadent Inc., Schaan, Liechtenstein) kanal dolgu patları kullanılarak dolduruldu(n=8)(Şekil 3.2.3.1). Deney grupları Tablo 3.2.3.1'de gösterildiği gibi oluşturuldu.

Hazırlanan örnekler silindir kalıplar kullanılarak akrilik rezin içerisine gömüldü(Şekil 3.2.3.2). Daha sonra ISOMET cihazı(IsoMet 4000,Buehler, IL, ABD) kullanılarak, düşük hızda dönen 0,3 mm kalınlığında elmas diskler(Buehler, IL, ABD) ile su soğutması altında, her örneğin koronal 1/3'lük

kısından üçer tane yaklaşık 1 mm kalınlığında kesitler alındı(Şekil 3.2.3.3) ve kalınlıkları dijital kumpas ile ölçüldü(n= 24)(Şekil 3.2.3.4). Örneklerin bağlanma dayanımları evrensel test cihazı olan INSTRON(Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) kullanılarak test edildi(Şekil 3.2.3.5). Paslanmaz çelikten yapılmış 0.75 mm çapındaki silindirik uç cihaza monte edilerek sadece kanal dolgusuna temas edecek şekilde konumlandırıldı. Hazırlanan düzeneğe ile kök kanal dolgusu ve dentin arasındaki bağlantıda kopma gerçekleşene kadar 1mm/dk sabit hız ile kuvvet uygulandı. Bu aşamada kesitlerinin apikalden koronale doğru artan koniklik açısı nedeniyle kuvvet kanal dolgusunun apikal yüzünden koronal yüzüne doğru uygulandı. Nexygen veri analiz programı(Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) kullanılarak kopma kuvvetleri Newton(N) cinsinden kaydedildi ve aşağıdaki formüle göre Megapaskala(MPa) çevirilerek bağlanma dayanımı hesaplandı (99) .

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

Her kesit için bağlanma alanının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanıldı (18) ;

$$\text{Kök kanal dolgusunun bağlanma alanı} = 2\pi r h$$

Bu formülde  $r$  kök kanal yarıçapını ve  $h$  kesitlerin mm cinsinden kalınlığını temsil etmektedir.  $\pi$  değeri olarak 3.14 kullanılmıştır.

Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde One Way ANOVA testi kullanıldı.

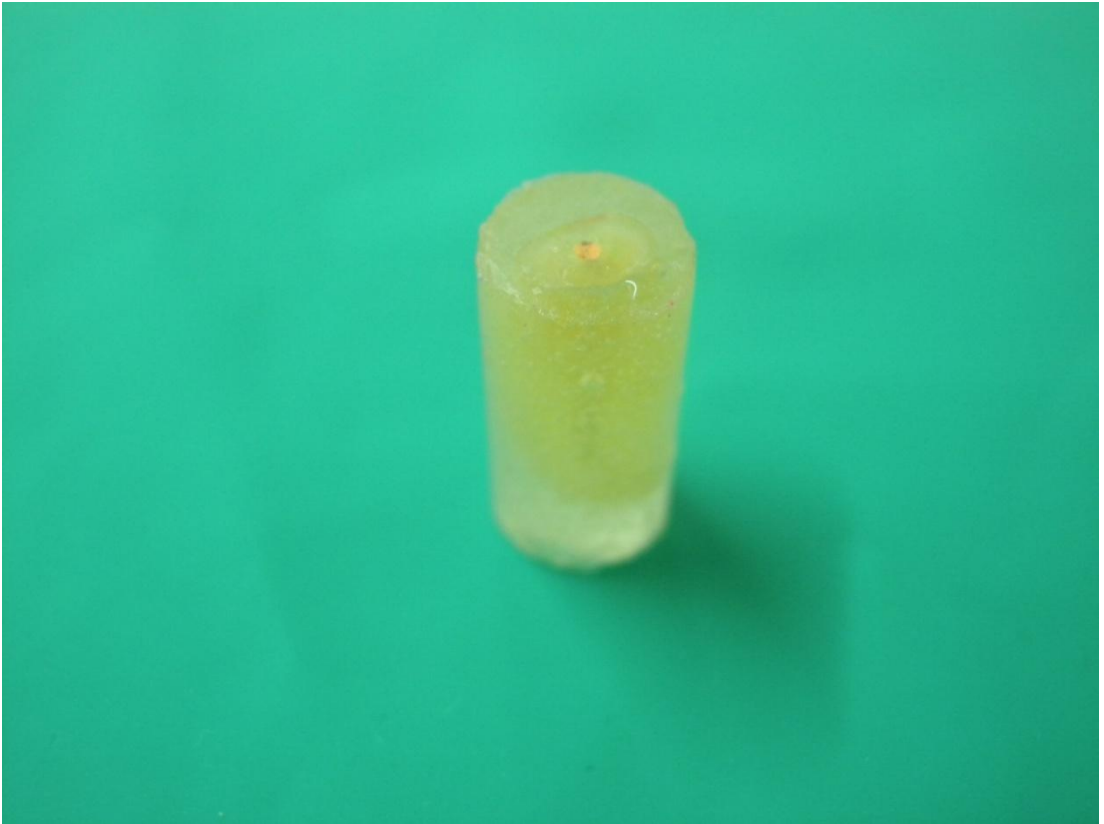
**Tablo 3.2.3.1: Push-out test grupları**

	Kullanılan kalsiyum hidroksit patı	Uzaklaştırma tekniği	Kullanılan kanal dolgu patı
Grup 1	Calasept	%17 EDTA	AH Plus jet
Grup 2	Calasept	%17 EDTA	Apexit Plus
Grup 3	Calasept	%17 EDTA + Protaper F3 el eğesi	AH Plus jet
Grup 4	Calasept	%17 EDTA + Protaper F3 el eğesi	Apexit Plus
Grup 5	Calasept	%17 EDTA + Protaper F3 dönen eğe	AH Plus jet
Grup 6	Calasept	%17 EDTA + Protaper F3 dönen eğe	Apexit Plus
Grup 7	SurePaste	%17 EDTA	AH Plus jet
Grup 8	SurePaste	%17 EDTA	Apexit Plus
Grup 9	SurePaste	%17 EDTA + Protaper F3 el eğesi	AH Plus jet
Grup 10	SurePaste	%17 EDTA + Protaper F3 el eğesi	Apexit Plus
Grup 11	SurePaste	%17 EDTA + Protaper F3 dönen eğe	AH Plus jet
Grup 12	SurePaste	%17 EDTA + Protaper F3 dönen eğe	Apexit Plus
Grup 13	AH Plus jet Kontrol		
Grup 14	Apexit Plus Kontrol		





**Şekil 3.2.3.1:** Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan kanal dolgu patları



**Şekil 3.2.3.2:** Örneklerin akrilik bloklara alınması



**Şekil 3.2.3. 3:** Örneklerden kesit almada kullanılan ISOMET 4000 cihazı



**Şekil 3.2.3.4:** Kesit kalınlıklarının dijital kumpas ile ölçülmesi



Şekil 3.2.3.5: Yüklemenin yapıldığı INSTRON cihazı

## 4. BULGULAR

### 4.1. Kalsiyum Hidroksitin Uzaklaştırılmasına Ait Bulgular

Deneylemler sonucunda elde edilen veriler, tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi kullanılarak değerlendirildi. Bu çalışmanın sonuçlarına göre;

1. Kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında taşıyıcılar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı( $p>0,05$ )(Tablo 4.1.1).

2. Kalsiyum hidroksit uzaklaştırma teknikleri karşılaştırıldığında, EDTA grubu ile diğer iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu( $p<0,05$ ). Kök kanal bölgeleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde, koronal üçlüde gruplar arasında fark bulunmadı( $p>0,05$ ). Orta üçlüde EDTA grubu diğerlerinden farklı bulunurken( $p<0,05$ ) diğer iki grup arasında fark bulunmadı( $p>0,05$ ) Apikal üçlüde kalan kalsiyum hidroksit incelendiğinde üç grup arasında da fark bulundu( $p<0,05$ )(Tablo 4.1.2).

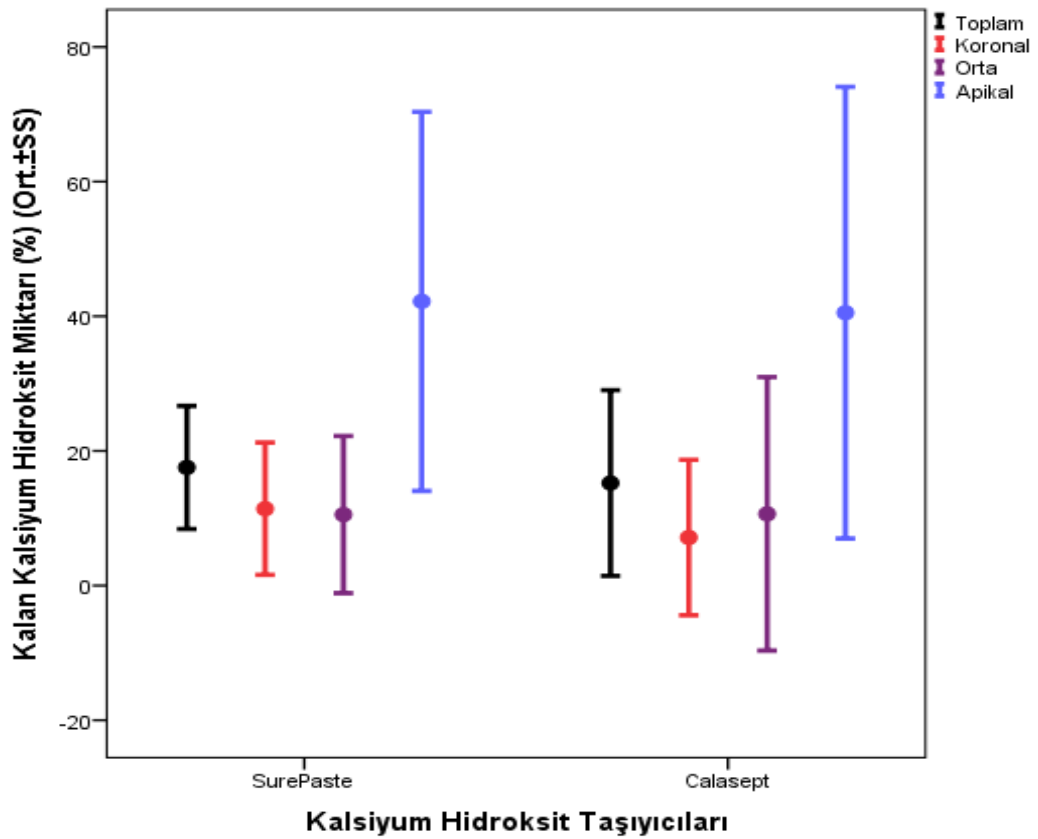
3. Kullanılan taşıyıcılardan ve uzaklaştırma tekniklerinden bağımsız olarak kalsiyum hidroksitin uzaklaştırıldığı bölgeler değerlendirildiğinde koronal ve orta üçlü arasında fark bulunmadığı( $p>0,05$ ), apikal üçlüde istatistiksel olarak daha fazla oranda kalsiyum hidroksit kaldığı gözlemlendi( $p<0,05$ )(Tablo 4.1.3).

4. Değerlendirilen 6 grup arasında en az kalsiyum hidroksit Calasept-EDTA+EI eğesi grubunda gözlemlendi(Tablo 4.1.4).

**Tablo 4.1.1:** Taşıyıcılara göre kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarı(%)(Ort±SS)

	Koronal	Orta	Apikal	Toplam
<b>SurePaste</b>	<b>11,4±9,8<sup>a</sup></b>	<b>10,5±11,7<sup>a</sup></b>	<b>42,2±28,1<sup>c</sup></b>	<b>17,54±9,1<sup>b</sup></b>
<b>Calasept</b>	<b>7,1±11,54<sup>a</sup></b>	<b>10,7±20,3<sup>a</sup></b>	<b>40,5±33,5<sup>c</sup></b>	<b>15,22±13,8<sup>b</sup></b>

Küçük harfler ilgili sütundaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

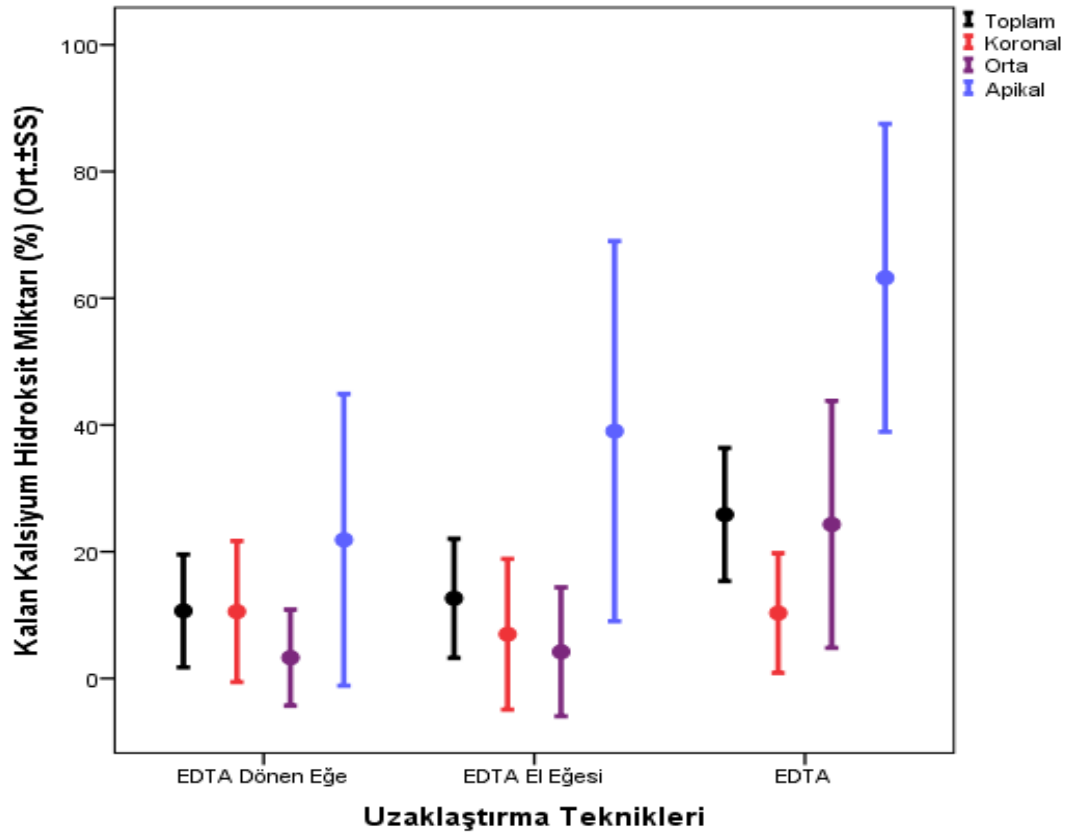


**Grafik 4.1.1:** Taşıyıcılara göre kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarını gösteren ortalama-standart sapma grafiği

**Tablo 4.1.2:** Uzaklaştırma tekniklerine göre kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarı(%)(Ort±SS)

	n	Koronal	Orta	Apikal	Toplam
EDTA+ Dönen eğe	32	10,6±11,1 <sup>a</sup>	3,3±7,6 <sup>a</sup>	21,9±23 <sup>a</sup>	10,7±8,9 <sup>a</sup>
EDTA+ EI eğesi	32	7±11,9 <sup>a</sup>	4,2±10,2 <sup>a</sup>	39±30 <sup>b</sup>	12,6±9,4 <sup>a</sup>
EDTA	32	10,3±9,4 <sup>a</sup>	24,3±19,5 <sup>b</sup>	63,2±24,3 <sup>c</sup>	25,9±10,5 <sup>b</sup>

Küçük harfler ilgili sütundaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

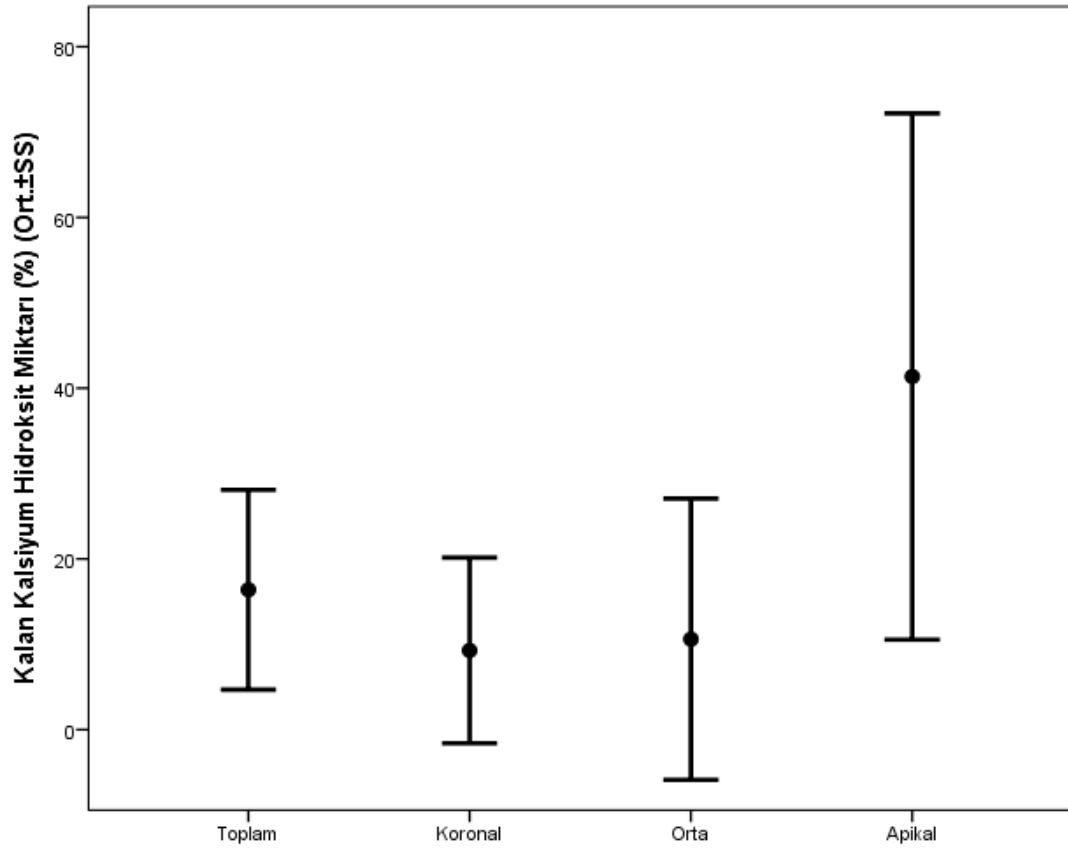


**Grafik 4.1.2:** Uzaklaştırma tekniklerine göre kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarını gösteren ortalama-standart sapma grafiği

**Tablo 4.1.3:** Kök kanalının farklı bölgelerinde kalan kalsiyum hidroksit miktarı(%)(Ort±SS)

	Koronal	Orta	Apikal	Toplam
<b>Kalan Kalsiyum Hidroksit Oranı</b>	<b>9,3±10,9<sup>a</sup></b>	<b>10,6±16,5<sup>a</sup></b>	<b>41,4±30,8<sup>c</sup></b>	<b>16,4±11,7<sup>b</sup></b>

Küçük harfler satırdaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

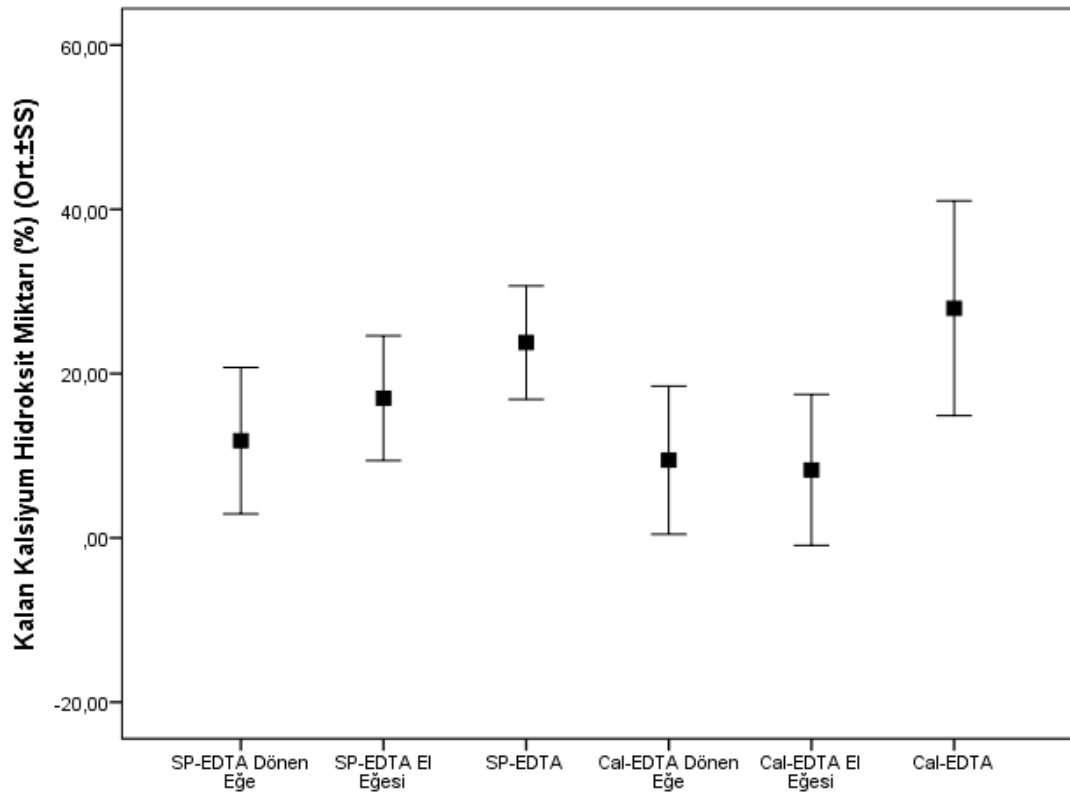


**Grafik 4.1.3:** Kök kanalının farklı bölgelerinde kalan kalsiyum hidroksit miktarını gösteren ortalama-standart sapma grafiği

**Tablo 4.1.4:** Farklı taşıyıcı ve teknikler kullanıldıktan sonra kök kanalında kalan kalsiyum hidroksit miktarı(%)(Ort±SS)

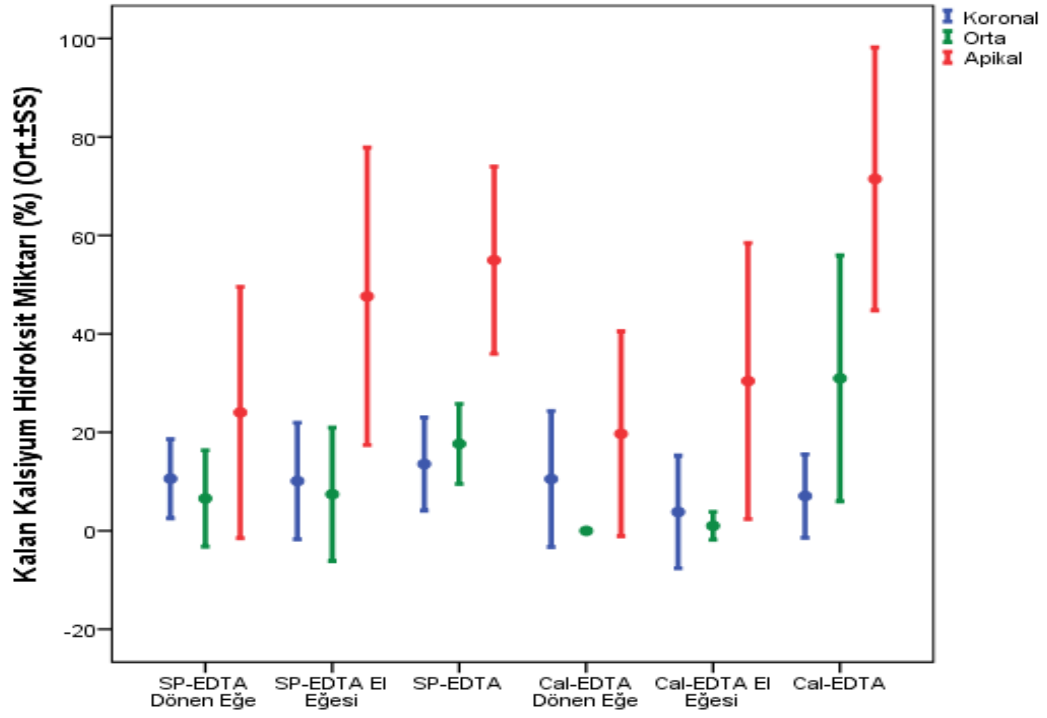
	n	Koronal	Orta	Apikal	Toplam
SurePaste- EDTA+Dönen eğe	16	10,6±8 <sup>a</sup>	6,6±9,8 <sup>ab</sup>	24±25,5 <sup>ab</sup>	11,8±8,9 <sup>a</sup>
SurePaste- EDTA+EI eğesi	16	10,1±11,8 <sup>a</sup>	7,4±13,6 <sup>ab</sup>	47,6±30,2 <sup>bcd</sup>	17±7,6 <sup>ab</sup>
SurePaste-EDTA	16	13,6±9,5 <sup>a</sup>	17,7±8,1 <sup>b</sup>	55±19 <sup>cd</sup>	23,8±6,9 <sup>bc</sup>
Calasept- EDTA+Dönen eğe	16	10,5±13,8 <sup>a</sup>	0±0 <sup>a</sup>	19,7±20,8 <sup>a</sup>	9,5±9 <sup>a</sup>
Calasept-EDTA+EI eğesi	16	3,8±11,4 <sup>a</sup>	1±2,8 <sup>a</sup>	30,4±28 <sup>abc</sup>	8,3±9,2 <sup>a</sup>
Calasept-EDTA	16	7,1±8,5 <sup>a</sup>	31±25 <sup>c</sup>	71,5±26,7 <sup>d</sup>	28±13 <sup>c</sup>

Küçük harfler ilgili sütündeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



**Grafik 4.1.4:** Farklı taşıyıcı ve teknikler kullanıldıktan sonra kök kanalında kalan kalsiyum hidroksitin toplam alana oranını gösteren ortalama-standart sapma grafiği





**Grafik 4.1.5:** Farklı taşıyıcı ve teknikler kullanıldıktan sonra kök kanalının farklı bölgelerinde kalan kalsiyum hidroksit oranını gösteren ortalama-standart sapma grafiği

## 4.2. Push-out Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

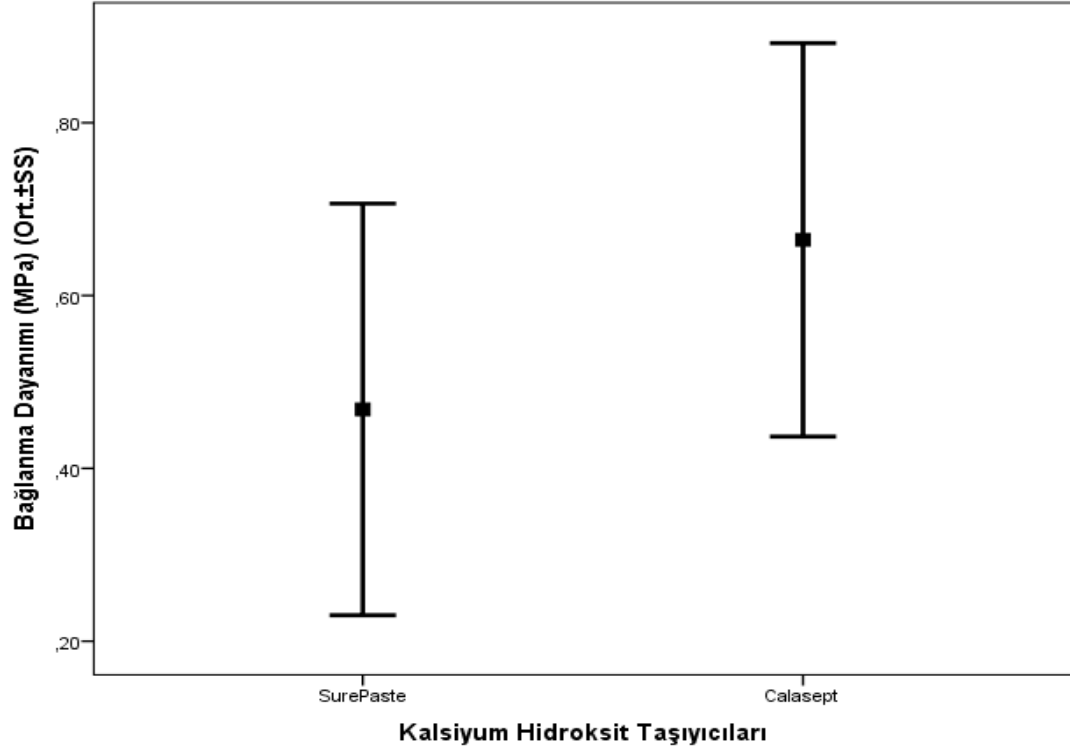
Deneyler sonucunda elde edilen bulgular, üç yönlü varyans analizi ve One-Way ANOVA kullanılarak değerlendirildi. Bu çalışmanın sonuçlarına göre;

1. Kalsiyum hidroksit taşıyıcılarının bağlanma dayanımına etkisi incelendiğinde, patların Calasept grubuna SurePaste uygulanan gruptan istatistiksel olarak daha iyi bağlandıkları görüldü( $p<0,05$ )(Tablo 4.2.1).
2. Kalsiyum hidroksit uzaklaştırma tekniklerinin bağlanma dayanımına etkileri karşılaştırıldığında EDTA+ El eğesi grubunda EDTA grubundan daha iyi bağlanma dayanımı değerleri elde edildi( $p<0,05$ ). EDTA+ Dönen eğe grubuyla diğer gruplar arasında ise fark bulunmadı( $p>0,05$ )(Tablo 4.2.2).
3. Taşıyıcı ve uzaklaştırma tekniklerine bakılmaksızın kullanılan kök kanal dolgu patları karşılaştırıldığında AH Plus jet grubunda Apexit Plus grubundan daha iyi bağlanma dayanımı değerleri elde edildi( $p<0,05$ )(Tablo 4.2.3).
4. Deney ve kontrol grupları karşılaştırıldığında, en yüksek bağlanma dayanımı değeri AH Plus jet kontrol grubunda, en düşük bağlanma değeri ise SurePaste-EDTA-AH Plus jet grubunda elde edildi( $p<0,05$ ). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmadı( $p>0,05$ ). Kanalda kalsiyum hidroksit artıklarının bulunması AH Plus jet'in bağlanmasını olumsuz etkilerken( $p<0,05$ ) Apexit Plus'ın bağlanmasında herhangi bir değişiklik göstermedi( $p>0,05$ )(Tablo 4.2.4).

**Tablo 4.2.1:** Taşıyıcıların bağlanma dayanımına etkileri(MPa)(Ort±SS)

	n	Bağlanma dayanımı(MPa)
<b>SurePaste</b>	<b>144</b>	<b>0,47±0,24<sup>a</sup></b>
<b>Calasept</b>	<b>144</b>	<b>0,66±0,28<sup>b</sup></b>

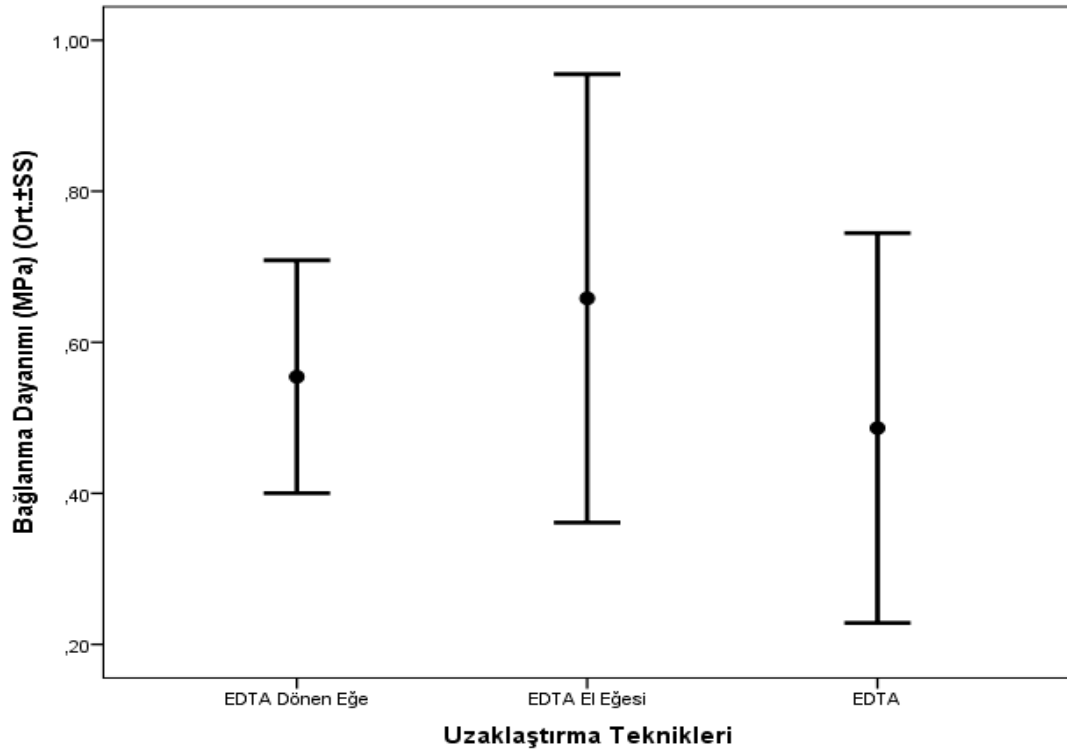
Küçük harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

**Grafik 4.2.1:** Taşıyıcıların bağlanma dayanımına etkisini gösteren ortalama-standart sapma grafiği

**Tablo 4.2.2:** Uzaklaştırma tekniklerinin bağlanma dayanımına etkileri(MPa)(Ort±SS)

	n	Bağlanma dayanımı(MPa)
EDTA-Dönen Eğe	96	0,55±0,15 <sup>ab</sup>
EDTA-EI Eğesi	96	0,66±0,30 <sup>a</sup>
EDTA	96	0,49±0,26 <sup>b</sup>

Küçük harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

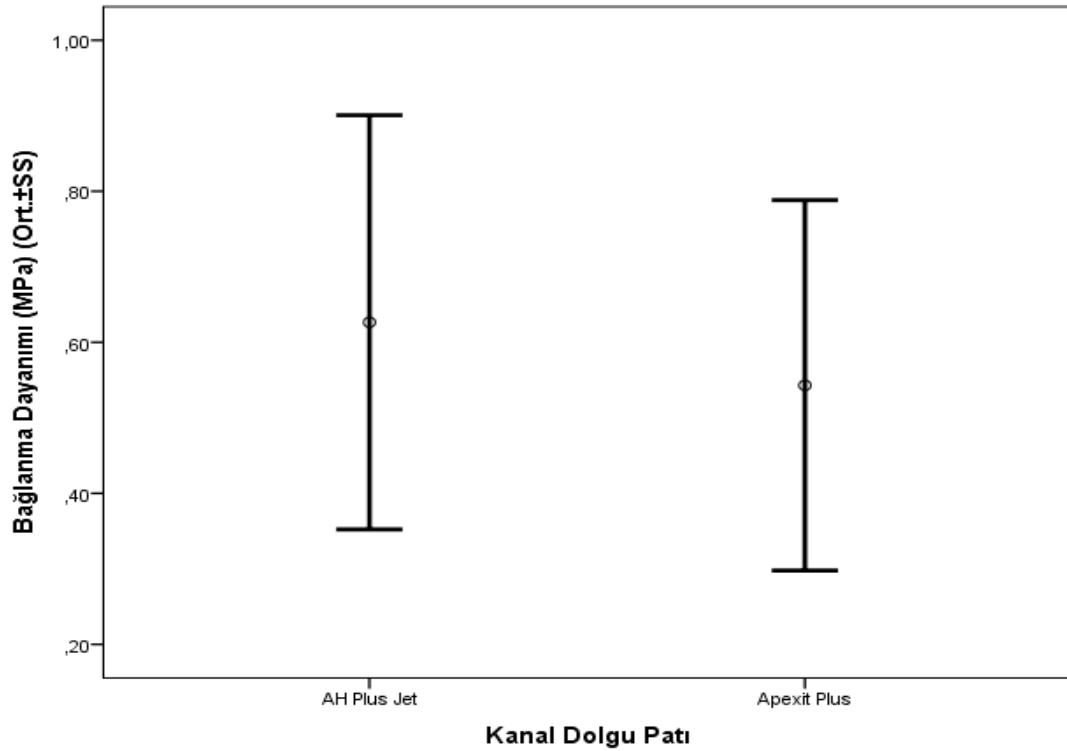


**Grafik 4.2.2:** Uzaklaştırma tekniklerinin bağlanma dayanımına etkilerini gösteren ortalama-standart sapma grafiği

**Tablo 4.2.3:** Patların bağlanma dayanımı değerleri(MPa)

	n	Bağlanma dayanımı(MPa)
<b>AHPlus jet</b>	<b>154</b>	<b>0,63±0,22<sup>a</sup></b>
<b>Apexit Plus</b>	<b>154</b>	<b>0,54±0,2<sup>b</sup></b>

Küçük harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

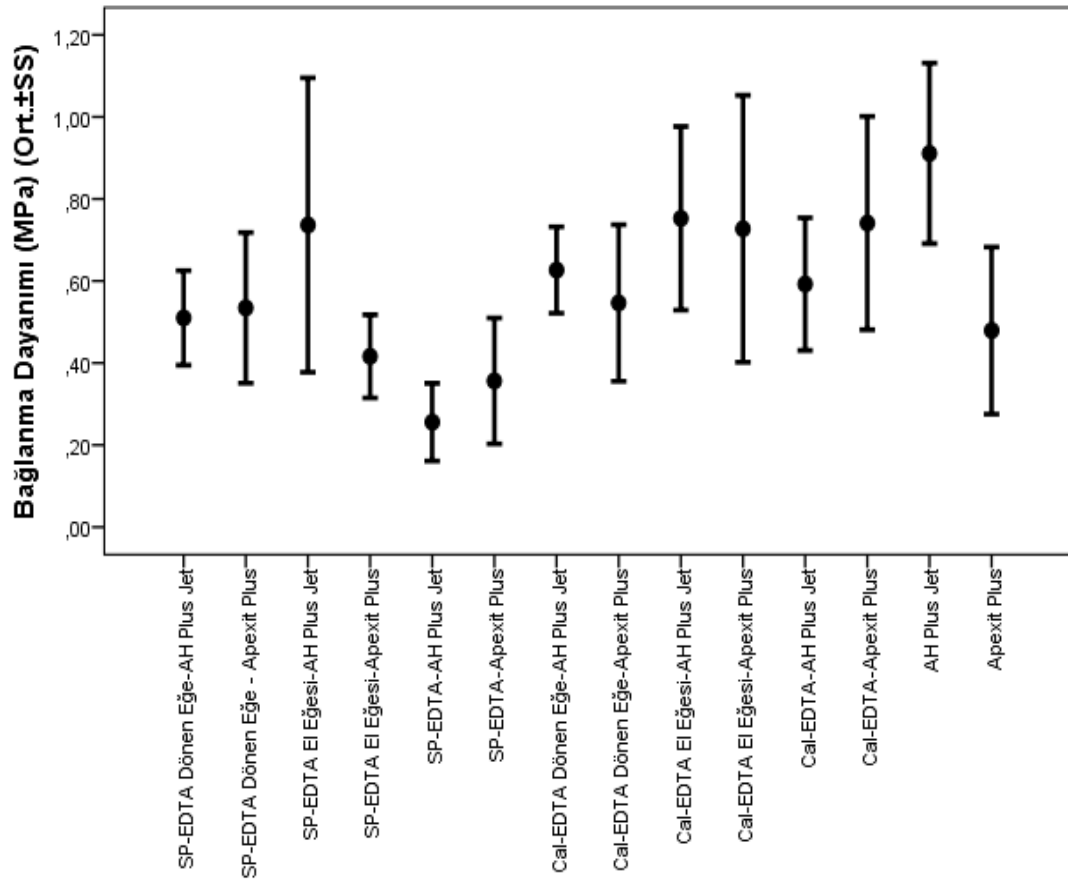


**Grafik 4.2.3:** Taşıyıcı ve uzaklaştırma tekniklerinin patların bağlanma dayanımına etkisini gösteren ortalama-standart sapma grafiği

**Tablo 4.2.4:** Deney ve kontrol gruplarının bağlanma dayanımı değerleri(MPa)(Ort±SS)

	n	MPa
<b>SurePaste-EDTA+Döner eğe-AH Plus jet</b>	24	0,51±0,12 <sup>b</sup>
<b>SurePaste-EDTA+EI eğesi-AH Plus jet</b>	24	0,74±0,36 <sup>b</sup>
<b>SurePaste-EDTA-AH Plus jet</b>	24	0,26±0,09 <sup>c</sup>
<b>SurePaste-EDTA+Döner eğe-Apexit Plus</b>	24	0,53±0,18 <sup>b</sup>
<b>SurePaste-EDTA+EI eğesi-Apexit Plus</b>	24	0,42±0,1 <sup>b</sup>
<b>SurePaste-EDTA-Apexit Plus</b>	24	0,36±0,15 <sup>b</sup>
<b>Calasept-EDTA+Döner eğe-AH Plus jet</b>	24	0,63±0,11 <sup>b</sup>
<b>Calasept-EDTA+EI eğesi-AH Plus jet</b>	24	0,75±0,22 <sup>b</sup>
<b>Calasept-EDTA-AH Plus jet</b>	24	0,59±0,16 <sup>b</sup>
<b>Calasept-EDTA+Döner eğe-Apexit Plus</b>	24	0,55±0,19 <sup>b</sup>
<b>Calasept-EDTA+EI eğesi-Apexit Plus</b>	24	0,73±0,33 <sup>b</sup>
<b>Calasept-EDTA-Apexit Plus</b>	24	0,74±0,26 <sup>b</sup>
<b>AH Plus Jet(Kontrol)</b>	10	0,91±0,22 <sup>a</sup>
<b>Apexit Plus(Kontrol)</b>	10	0,48±0,2 <sup>b</sup>

Küçük harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



**Grafik 4.2.4:** Deney ve kontrol gruplarının bağlanma dayanımı değerlerini gösteren ortalama-standart sapma grafiği

## 5. TARTIŞMA

Mekanik temizleme ile kök kanal sisteminden bakteri ve ürünleri büyük ölçüde uzaklaştırılmaktadır. Ancak, antimikrobiyal etkinliğin sağlanması için mekanik temizlemeye ek olarak irrigasyon ve kanal içi medikament kullanımı önerilmektedir (7) . Bu amaç için endodontide en sık kullanılan kanal içi medikament kalsiyum hidroksittir (142) . Kök kanalları doldurulmadan önce kök kanal sisteminden uzaklaştırılmayan kalsiyum hidroksitin; patların dentin tübüllerine penetrasyonunu engellediği, apikal sızıntıya neden olduğu ve patlarla etkileşime girerek yapısını bozduğu bilinmektedir (12-14) . Kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırılmasıyla patların dentin tübüllerine penetrasyonunun artacağı, böylece hem iyi bir tıkanmanın sağlanacağı hem de pat ile dentin arasındaki bağlanmanın kuvvetleneceği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (143,144) .

Çalışmamızda, farklı taşıyıcıların ve uzaklaştırma tekniklerinin kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırılmasına etkileri değerlendirildiğinde, aköz ve visköz taşıyıcılar arasında fark bulunmazken, uzaklaştırma teknikleri arasında sadece kimyasal irrigasyon yapılan grubun kimyasal irrigasyonla birlikte mekanik tekniklerin de kullanıldığı diğer iki gruptan kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırılmasında daha başarısız olduğu bulundu. Ayrıca kanal bölgeleri incelendiğinde koronal ve orta üçlüye göre apikal üçlüde daha fazla kalsiyum hidroksit artığı bulundu. Bu sonuç DeFaria ve diğerlerinin (145) , kalsiyum hidroksiti silikon yağı, CHX ve propilen glikol ile karıştırarak kanala yerleştirdikleri ve konvansiyonel eğe ile birlikte salin ve NaOCl kullanarak kanaldan uzaklaştırdıkları çalışmayla benzerlik göstermektedir. Yaptıkları SEM değerlendirmesiyle taşıyıcılar arasında fark bulunmadığını ve kanalın apikal üçlüsünde koronal üçlüye göre daha fazla kalsiyum hidroksit artığı kaldığını belirtmişlerdir Benzer şekilde Kenee ve diğerleri (116) , irrigasyon solüsyonlarıyla birlikte kullanılan dönen eğe ve ultrasonik sistemlerin kalsiyum hidroksit uzaklaştırmada sadece irrigasyon yapılan gruplara göre daha etkin uzaklaştırma sağladığını ancak bu iki grup arasında fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Salgado ve diğerleri



(117) , NaOCl, EDTA-C, sitrik asit, EDTA-T ve konvansiyonel eğe ile birlikte NaOCl+EDTA-T'nin etkinliğini SEM ile değerlendirdikleri çalışmada, kalsiyum hidroksiti kök kanal sisteminden uzaklaştırmada. konvansiyonel eğe ile birlikte NaOCl+EDTA-T'nin, kullanımını en etkin yöntem olarak bulmuşlardır. Aynı alışmada NaOCl'nin kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmada tek başına yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Buna ek olarak sadece irrigasyon solüsyonlarının kullanıldığı gruplarda kök bölgeleri arasında fark bulunmadığını konvansiyonel eğe kullanılan grupta ise koronal ve orta üçlüde daha fazla kalsiyum hidroksit uzaklaştırıldığını bildirmişlerdir. Balvedi ve diğerleri (17) , kalsiyum hidroksiti kök kanallarına salın, polietilen glikol ve polietilen glikol+kamforlu paramonoklorofenol ile karıştırarak ve direk toz şeklinde uygulamışlar ve konvansiyonel eğe ve ultrasonik sistemle kanaldan uzaklaştırmışlardır. Steromikroskopta elde edilen görüntülerin UTHSCSA Image Tool 3.0 yazılım programında değerlendirilmesi sonucu taşıyıcılar arasında fark olmadığını bildirmişlerdir. Taşdemir ve diğerleri (146) , kök kanalına yerleştirdikleri kalsiyum hidroksiti NaOCl, EDTA, ultrasonik sistem ve CanalBrush ile uzaklaştırmışlar ve dijital fotoğraf makinesiyle elde ettikleri görüntüleri COMEF 4.3 yazılım programı kullanılarak analiz etmişlerdir. NaOCl ile birlikte kullanılan ultrasonik sistem ve CanalBrush gruplarının sadece NaOCl ve NaOCl+EDTA gruplarına göre kalsiyum hidroksit uzaklaştırmada daha etkin olduğunu belirtmişlerdir. van der Sluis ve diğerleri (16) , kalsiyum hidroksit uzaklaştırmada ultrasonik sistem, NaOCl ve distile suyu karşılaştırdıkları çalışmada, steromikroskop ile elde ettikleri görüntüleri skorlamışlar ve irrigasyonun ultrasonik sistem ile aktive edildiğinde daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Yücel ve diğerleri (147) , kalsiyum hidroksit uzaklaştırmada kullandıkları EndoVac sistem ve ProUltra Piezoflow ultrasonik sistem arasında fark olmadığını, pasif irrigasyonda ise daha fazla kalsiyum hidroksit kaldığını bildirilmişlerdir. Kanal bölgeleri karşılaştırıldığında ise en az kalsiyum hidroksitin koronal üçlüde, en fazla kalsiyum hidroksitin ise apikal üçlüde olduğunu belirtmişlerdir. Faria ve diğerleri (148) , yaptıkları SEM çalışmasında, kök kanalından kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak için kullandıkları '*Self Adjusting File*'(SAF) ve ProTaper sistem arasında etkinlik

açısından fark bulunmadığını ve apikal bölgede koronal bölgeye göre daha fazla kalsiyum hidroksit kaldığını belirtmişlerdir. Rödig ve diğerleri (15) , EDTA ve sitrik asitin NaOCl ve distile suya göre kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmada daha etkin olduğunu bildirmişlerdir.

Diğer taraftan, Ballal ve diğerleri (149) , kalsiyum hidroksiti silikon yağı-iyodofom(yağlı taşıyıcı) ve propilen glikol(visköz taşıyıcı) ile karıştırarak kanala yerleştirdikten sonra ultrasonik sistemle birlikte sitrik asit, EDTA ve maleik asit kullanarak kanaldan uzaklaştırmışlardır. Bilgisayarlı Tomografi(BT) ile yaptıkları değerlendirmede silikon yağı-iyodoform ile kanala yerleştirilen kalsiyum hidroksitin daha fazla artık bıraktığını gözlemlemişlerdir. Silikon yağının yoğunluğunun fazla olduğunu ve çözünmeye daha fazla direnç gösterdiğini savunmuşlardır. Lambrianidis ve diğerleri (114) , kök kanallarına kalsiyum hidroksit-salin, Calxyl(aköz) ve Pulpdent(aköz) yerleştirdikten sonra konvansiyonel eğe ile uzaklaştırmışlar ve Pulpdent'in kanalda diğerlerinden daha fazla artık bıraktığını bildirmişlerdir. Pulpdent'in içeriğindeki metilselülozun diğer aköz taşıyıcılara göre daha retantif olduğunu savunmuşlardır. Nandini ve diğerleri (115) , distile su ile karıştırılan kalsiyum hidroksiti ve Metapex(silikon yağı-iyodoform)'i kanallara yerleştirdikten sonra EDTA ve sitrik asiti ultrasonik sistemle birlikte kullanarak kanaldan uzaklaştırmışlar ve BT değerlendirmesi sonrası Metapex grubunda daha fazla kalsiyum hidroksit kaldığını bildirmişlerdir. Silikon yağı ve iyodoformun distile suya oranla kanallardan daha zor uzaklaştırıldığını savunmuşlardır. Kuga ve diğerleri (150) , ProTaper F2 dönen eğe ile genişlettikleri kök kanlına yerleştirdikleri kalsiyum hidroksiti NaOCl, EDTA, ProTaper F1 ve K3 25.06 dönen eğeleri ile uzaklaştırmışlardır. SEM görüntülerinin değerlendirilmesi sonucu F1 dönen eğenin K3 dönen egeden daha etkin bir uzaklaştırma sağladığını fakat kök kanal bölgelerinde fark olmadığını bildirilmişlerdir. Eğeler arası farkın kesit yapılarından veya koniklik açılarından kaynaklanabileceğini savunmuşlardır.

Kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırılmasında taşıyıcıların etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmaların genelinde taşıyıcılar arasında fark

bulunmazken (17,145) , bazı çalışmalarda yağlı taşıyıcıların çözünmeye karşı daha dirençli olduklarından dolayı kök kanalından daha zor uzaklaştırıldıkları bildirilmiştir (149) . Kök kanal bölgelerinin kalan kalsiyum hidroksit açısından değerlendirildiği çalışmaların çoğunda apikal üçlüde diğer bölgelere göre daha fazla kalsiyum hidroksit artığı kaldığı rapor edilmiştir(117,145,147,148) . Koronal bölgede nispeten daha az kalsiyum hidroksit artığının bulunması, bu bölgenin geniş olması nedeniyle daha fazla şelatör molekülünün kalsiyum iyonlarına bağlanabilmesiyle ve irrigasyon etkinliğinin koronalden apikale doğru azalmasıyla açıklanabilir (151,152) . Kalsiyum hidroksiti kök kanalından uzaklaştırma tekniklerinin karşılaştırıldığı çalışmaların çoğunda, mekanik tekniklerle birlikte irrigasyon solüsyonlarının kullanılmasının sadece irrigasyon solüsyonlarının kullanılmasına oranla kalsiyum hidroksiti kök kanalından daha iyi uzaklaştırdığı bildirilmiştir (16,116,117,146,147) . Mekanik teknikler arasında fark bulan çalışmalar olmasına rağmen (150) bulamayan çalışmalar çoğunluktadır (116,147,148) . İrrigasyon solüsyonlarının etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmalarda ise EDTA ve sitrik asit gibi şelatörler başarılı bulunurken NaOCl ve distile su başarısız bulunmuştur (15,117) . Kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırılmasında en etkili yöntemin hangisi olduğu konusunda ortak bir görüş bulunmamasına rağmen EDTA ve sitrik asitle birlikte (15,117) konvansiyonel eğe, dönen eğe ve ultrasonik sistemlerinin kullanılması önerilmektedir (116,117,148) .

Başarılı bir kök kanal tedavisi için etkin temizleme-şekillendirmenin yanı sıra kök kanal sisteminin ideal kök kanal dolgu maddeleriyle doldurulması da önemlidir (153) . Kök kanalını doldurmak için guta-perka gibi ana dolgu maddeleriyle birlikte kanal içi düzensizlikleri dolduracak, sızıntıyı engelleyecek ve ana dolgu materyalinin kök kanalına bağlanmasını sağlayacak kök kanal dolgu patları da kullanılmalıdır. Ancak kök kanalında kalsiyum hidroksit artıklarının bulunması patların dentine bağlanmasını olumsuz etkilemektedir

Kalsiyum hidroksit taşıyıcısının ve uzaklaştırma tekniklerinin farklı patların kök kanalına bağlanma dayanımlarına etkilerinin değerlendirildiği çalışmamızda kök kanal dolgu patı olarak AH Plus jet ile Apexit Plus karşılaştırıldı. Yapılan analizler sonucu bağlanmanın hem taşıyıcıdan hem uzaklaştırma tekniğinden hem de kanal dolgu patından etkilendiği görüldü. Kontrol grupları karşılaştırıldığında AH Plus grubunda Apexit Plus'tan daha iyi bağlanma dayanımı değerleri elde edildi. Kanalda kalan kalsiyum hidroksit artıklarının Apexit Plus'ın bağlanmasını etkilemediği, fakat AH Plus'ın bağlanma dayanımını olumsuz etkilediği bulundu. Toplamda 14 grup arasında en yüksek bağlanma dayanımı değeri AH Plus kontrol grubunda en düşük değer ise SurePaste-EDTA-AH Plus grubunda elde edildi.

Bolhari ve diğerleri (154) , kök kanalına yerleştirdikleri kalsiyum hidroksiti konvansiyonel eğe ve ultrasonik sistem ile uzaklaştırdıktan sonra kanalları Resilon ve Epiphany ile lateral kondenzasyon tekniğiyle doldurmuşlardır. Push-out testi sonucu ultrasonik sistem kullanılan grubun kontrol grubuyla benzer sonuçlar verdiğini fakat konvansiyonel eğe kullanılan grupta bağlanma dayanımının düştüğünü bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızla paralellik göstermektedir. Benzer şekilde Barbizam ve diğerleri (112) , salin ve CHX jelle kök kanalına yerleştirdikleri kalsiyum hidroksiti konvansiyonel eğe ve salinle uzaklaştırdıktan sonra kanalı Epiphany patıyla doldurmuşlardır. Yaptıkları push-out testi sonucu taşıyıcı gruplar arasında fark bulunmadığını, kontrol grubunun ise daha iyi bağlanma dayanımı değerleri verdiğini belirtmişlerdir. Bodrumlu ve diğerleri (144) , kök kanalına yerleştirdikleri kalsiyum hidroksiti salin, NaOCl, NaOCl/MTAD, NaOCl/EDTA ve NaOCl/sitrik asit kullanarak uzaklaştırdıktan sonra kanalı Resilon ve Epiphany kullanarak lateral kondenzasyon tekniğiyle doldurmuşlardır. Yaptıkları push-out testi sonucunda NaOCl/EDTA ve NaOCl/sitrik asit kullanılan grupların kontrol grubuyla benzer sonuçlar verdiğini diğer gruplarda ise bağlanma dayanımı değerlerinin düştüğünü rapor etmişlerdir. Üstün ve diğerleri (155) , kök kanalına yerleştirdikleri kalsiyum hidroksit ve propolisi konvansiyonel eğe, NaOCl ve ultrasonik sistem kullanarak uzaklaştırdıktan

sonra kanalı AH Plus ve guta-perka kullanarak lateral kondenzasyon tekniği ile doldurmuşlardır. Yaptıkları push-out testi sonucunda kök kanalında kalsiyum hidroksit ve propolis bulunan grupların kontrol grubundan daha düşük bağlanma dayanımı değerleri vermesine rağmen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Diğer taraftan; Amin ve diğerleri (156) , kök kanalına yerleştirdikleri kalsiyum hidroksiti ilk grupta Protaper F5 eğesi ve distile su ile ikinci grupta ise Protaper F5 eğesi ile birlikte NaOCl, EDTA ve distile suyun pasif ultrasonik irrigasyonu ile kök kanalından uzaklaştırdıktan sonra kanalları AH Plus, iRootSP ve MTA Fillapex ile tek kon tekniği kullanarak doldurmuşlardır. Yaptıkları push-out testi sonucu kök kanalında kalan kalsiyum hidroksitin AH Plus ve MTA Fillapex'in bağlanma dayanımını etkilemediğini, iRootSP'nin ise bağlanma dayanımını artırdığını bildirmişlerdir. Carvalho ve diğerleri (157) , kök kanalına yerleştirdikleri kalsiyum hidroksiti NaOCl, EDTA ve ultrasonik sistem kullanarak uzaklaştırdıktan sonra örneklerden kasitler alıp AH Plus ve Epiphany ile doldurmuşlardır. Yaptıkları push-out testi sonucunda kanalda kalan kalsiyum hidroksitin Epiphany'nin bağlanma dayanımını etkilemediğini, AH Plus'ın ise bağlanma dayanımını artırdığını bildirmişlerdir

Saleh ve diğerleri (158) , farklı irrigasyon solüsyonlarının patların bağlanma dayanımlarına etkilerini inceledikleri çalışmada AH Plus'ın bütün gruplarda Apexit'ten daha iyi bağlanma dayanımı değerleri verdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Gopikrishna ve diğerleri (159) de final irrigasyon solüsyonunun patların bağlanma dayanımlarına etkilerini değerlendirmişler ve AH plus'ın bütün gruplarda Apexit'ten daha iyi bağlanma dayanımı değerleri verdiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda taşıyıcılar arasında kalan kalsiyum hidroksit bakımından fark bulunmadığı halde bağlanma dayanımları arasında fark bulundu. Bu durum, kalsiyum hidroksit taşıyıcılarının farklı patların fiziksel özelliklerine etkilerinin değerlendirildiği çalışmayla benzerlik göstermektedir (143) . Çalışmada aköz ve visköz taşıyıcılı kalsiyum hidroksitlerin

uzaklaştırılmasında anlamlı fark bulunamamışken kalsiyum hidroksitli patın aköz taşıyıcılı kalsiyum hidroksitin olduğu kanalda daha iyi penetrasyon değerleri verdiği bildirilmiştir.

Çalışmamızda uzaklaştırma tekniklerinin bağlanma dayanımına etkileri değerlendirildiğinde EDTA+el egesi ile EDTA grupları arasında fark bulunurken diğer gruplar arasında fark bulunmadı. Kalsiyum hidroksit uzaklaştırıldıktan sonra kalan oranlar incelendiğinde EDTA grubunda daha fazla kalsiyum hidroksit kalmasına rağmen bütün grupların bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldığında gruplar arasında farklılık gözlenmedi. Bu farkın oluşmamasının nedeni dişlerden alınan kesitlerin hepsinin koronal üçlüden alınması ve koronal üçlüde gruplar arasında anlamlı farkın bulunmamış olmasıdır.

Patların bağlanma dayanımının; kullanılan medikamentin kanalda kalan miktarından ve kullanılan kalsiyum hidroksit taşıyıcısından etkileneceği gibi kullanılan irrigasyon solüsyonları sonucu değişen kök kanal yüzey özelliklerinden de etkilenebileceği bildirilmiştir (159) . Bunların dışında aynı materyallerin kullanılmasına rağmen farklı sonuçların çıkması kor materyalinin sertliğine ve örneklerin kök kanal eğimlerine bağlanabilir (160) . Kök kanalının farklı bölgelerinden alınan örneklerde de farklı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (155) . Doldurma tekniklerindeki farklılıklar da bağlanma dayanımı değerlerini etkilemektedir(156,161) . Kullanılan bağlanma dayanımı test teknikleri ile temizleme-şekillendirme tekniklerinin de sonuçları etkileyebileceği bildirilmiştir (162-167) .

Kök kanal sisteminin bakterilerden arındırılması için mekanik temizleme ve irrigasyon solüsyonlarının yanında seans aralarında kalsiyum hidroksit kullanımı yaygındır. Ancak, kök kanalına yerleştirilen kalsiyum hidroksit tam olarak uzaklaştırılmadığında kök kanal dolgu patlarının bağlanmasını olumsuz etkilemektedir. Çalışmamızda kullanılan uzaklaştırma tekniklerinden hiçbiri farklı taşıyıcılarla kök kanalına yerleştirilen kalsiyum hidroksiti tamamen uzaklaştıramasa da mekanik tekniklerle birlikte irrigasyon

solüsyonu kullanıldığında etkin bir uzaklaştırmanın sağlandığı gözlenmiştir. Taşıyıcıların kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımlarını etkilediği görülse de kanalda kalsiyum hidroksit varlığının bağlanmayı olumsuz etkilediği unutulmamalıdır.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Hiçbir tekniğin kalsiyum hidroksiti kök kanalından tam olarak uzaklaştıramadığı gözlemlendi.
2. En fazla kalsiyum hidroksit artığı apikal üçlüde gözlemlendi ve apikal üçlüyü en iyi EDTA ile birlikte dönen eğenin temizlediği bulundu
3. Kalsiyum hidroksit uzaklaştırma teknikleri arasında irrigasyon solüsyonuna ek olarak mekanik tekniklerin kullanıldığı gruplar daha başarılı bulundu. Klinikte kalsiyum hidroksit uzaklaştırılmasında irrigasyon solüsyonlarıyla mekanik tekniklerin birlikte kullanılması önerilebilir.
4. Taşıyıcının kalsiyum hidroksitin kök kanalından uzaklaştırılmasında etkisinin olmadığı, ancak, kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımını etkilediği gözlemlendi. Kanal içi medikament olarak kullanılacak kalsiyum hidroksit için aköz taşıyıcı kullanılması önerilebilir.
5. AH Plus jetin en iyi bağlanma dayanımı değerine sahip olduğu, kanalda kalan kalsiyum hidroksitin bu bağlanmayı olumsuz etkilediği gözlemlendi. Kalsiyum hidroksitin kök kanal sisteminden tamamen uzaklaştırılması ve kanal dolgu patı olarak AH Plus kullanımı önerilebilir. Ancak, bu konuda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.



## 7. KAYNAKLAR:

- 1.Siqueira, J.F., Jr.,Rocas, I.N. (2008) Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod*, 34 (11), 1291-1301 e1293.
- 2.Hommez, G.M., Coppens, C.R.,De Moor, R.J. (2002) Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. *Int Endod J*, 35 (8), 680-689.
- 3.Abbott, P.V. (1990) Medicaments: aids to success in endodontics. Part 1. A review of the literature. *Aust Dent J*, 35 (5), 438-448.
- 4.Moller, A.J., Fabricius, L., Dahlen, G., Sundqvist, G.,Happonen, R.P. (2004) Apical periodontitis development and bacterial response to endodontic treatment. Experimental root canal infections in monkeys with selected bacterial strains. *Eur J Oral Sci*, 112 (3), 207-215.
- 5.Bystrom, A.,Sundqvist, G. (1981) Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res*, 89 (4), 321-328.
- 6.Bystrom, A.,Sundqvist, G. (1983) Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 55 (3), 307-312.
- 7.Siqueira, J.F., Jr.,Lopes, H.P. (1999) Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J*, 32 (5), 361-369.
- 8.Farhad, A.,Mohammadi, Z. (2005) Calcium hydroxide: a review. *Int Dent J*, 55 (5), 293-301.
- 9.Mohammadi, Z.,Dummer, P.M. (2011) Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J*, 44 (8), 697-730.

10. Hasselgren, G., Olsson, B., Cvek, M. (1988) Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod*, 14 (3), 125-127.
11. Tanomaru, J.M., Leonardo, M.R., Tanomaru Filho, M., Bonetti Filho, I., Silva, L.A. (2003) Effect of different irrigation solutions and calcium hydroxide on bacterial LPS. *Int Endod J*, 36 (11), 733-739.
12. Calt, S., Serper, A. (1999) Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod*, 25 (6), 431-433.
13. Kim, S.K., Kim, Y.O. (2002) Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int Endod J*, 35 (7), 623-628.
14. Margelos, J., Eliades, G., Verdelis, C., Palaghias, G. (1997) Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *J Endod*, 23 (1), 43-48.
15. Rodig, T., Vogel, S., Zapf, A., Hulsmann, M. (2010) Efficacy of different irrigants in the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J*, 43 (6), 519-527.
16. van der Sluis, L.W., 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. *Int Endod J*, 40 (1), 52-57.
17. Balvedi, R.P., Versiani, M.A., Manna, F.F., Biffi, J.C. (2010) A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J*, 43 (9), 763-768.
18. Goracci, C., Tavares, A.U., Fabianelli, A., Monticelli, F., Raffaelli, O., Cardoso, P.C. ve diğeri. (2004) The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci*, 112 (4), 353-361.

- 19.Sousa-Neto, M.D., Silva Coelho, F.I., Marchesan, M.A., Alfredo, E.,Silva-Sousa, Y.T. (2005) Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er : YAG and Nd : YAG lasers. *Int Endod J*, 38 (12), 866-870.
- 20.Hermann, B. (1987) Calcium hydroxyd als mittlen zum behandeln und füllen fon Wurzelkanallen. Wursburg:1920(printed in: Malo PRT, Kessler Nieto F, Vadillo MVM (1987) Hidroxido de calcio y apicoformacion. *Revista Espanola Endodoncia*, 5, 41-61.
- 21.Nygren, J. (1838) Radgivare angaende basta sattet att varda ah bevara tandernas fuskhet. *Stockholm*.
- 22.Teuscher, G.Z., HA. (1938) A preliminary report on pulpotomy. *Northwestern University Bulletin*, 39, 4.
- 23.Garcia, G. (1983) Bosquejo historico sobre endodoncia. *Revista Espanola Endodoncia*, 1, 123-133.
- 24.Siqueira, J.F., Jr., Magalhaes, K.M.,Rocas, I.N. (2007) Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% NaOCl as an irrigant and calcium hydroxide/camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. *J Endod*, 33 (6), 667-672.
- 25.Estrela, C.,Pesce, H.F. (1996) Chemical analysis of the liberation of calcium and hydroxyl ions from calcium hydroxide pastes in connective tissue in the dog--Part I. *Braz Dent J*, 7 (1), 41-46.
- 26.Alacam, T., Gorgul, G.,Omurlu, H. (1990) Evaluation of diagnostic radiopaque contrast materials used with calcium hydroxide. *J Endod*, 16 (8), 365-368.
- 27.Estrela, C., Sydney, G.B., Bammann, L.L.,Felippe Junior, O. (1995) Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J*, 6 (2), 85-90.

28. Siqueira, J.F., Jr. (2001) Strategies to treat infected root canals. *J Calif Dent Assoc*, 29 (12), 825-837.
29. Bystrom, A., Sundqvist, G. (1985) The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*, 18 (1), 35-40.
30. Bystrom, A., Claesson, R., Sundqvist, G. (1985) The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol*, 1 (5), 170-175.
31. Sjogren, U., Figdor, D., Spangberg, L., Sundqvist, G. (1991) The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J*, 24 (3), 119-125.
32. Han, G.Y., Park, S.H., Yoon, T.C. (2001) Antimicrobial activity of Ca(OH)<sub>2</sub> containing pastes with *Enterococcus faecalis* in vitro. *J Endod*, 27 (5), 328-332.
33. Estrela, C., Rodrigues de Araujo Estrela, C., Bammann, L.L., Pecora, J.D. (2001) Two methods to evaluate the antimicrobial action of calcium hydroxide paste. *J Endod*, 27 (12), 720-723.
34. Behnen, M.J., West, L.A., Liewehr, F.R., Buxton, T.B., McPherson, J.C., 3rd. (2001) Antimicrobial activity of several calcium hydroxide preparations in root canal dentin. *J Endod*, 27 (12), 765-767.
35. DiFiore, P.M., Peters, D.D., Setterstrom, J.A., Lorton, L. (1983) The antibacterial effects of calcium hydroxide apexification pastes on *Streptococcus sanguis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 55 (1), 91-94.
36. Haapasalo, M., Orstavik, D. (1987) In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res*, 66 (8), 1375-1379.

- 37.Sathorn, C., Parashos, P.,Messer, H. (2007) Antibacterial efficacy of calcium hydroxide intracanal dressing: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*, 40 (1), 2-10.
- 38.Westphal, O. (1975) Bacterial endotoxins. The second Carl Prausnitz Memorial Lecture. *Int Arch Allergy Appl Immunol*, 49 (1-2), 1-43.
- 39.Stashenko, P. (1990) Role of immune cytokines in the pathogenesis of periapical lesions. *Endod Dent Traumatol*, 6 (3), 89-96.
- 40.Yamasaki, M., Nakane, A., Kumazawa, M., Hashioka, K., Horiba, N.,Nakamura, H. (1992) Endotoxin and gram-negative bacteria in the rat periapical lesions. *J Endod*, 18 (10), 501-504.
- 41.Leonardo, M.R., Silva, R.A., Assed, S.,Nelson-Filho, P. (2004) Importance of bacterial endotoxin (LPS) in endodontics. *J Appl Oral Sci*, 12 (2), 93-98.
- 42.Leonardo, M.R., da Silva, L.A., Leonardo Rde, T., Utrilla, L.S.,Assed, S. (1993) Histological evaluation of therapy using a calcium hydroxide dressing for teeth with incompletely formed apices and periapical lesions. *J Endod*, 19 (7), 348-352.
- 43.Katebzadeh, N., Hupp, J.,Trope, M. (1999) Histological periapical repair after obturation of infected root canals in dogs. *J Endod*, 25 (5), 364-368.
- 44.Nelson-Filho, P., Leonardo, M.R., Silva, L.A.,Assed, S. (2002) Radiographic evaluation of the effect of endotoxin (LPS) plus calcium hydroxide on apical and periapical tissues of dogs. *J Endod*, 28 (10), 694-696.
- 45.Safavi, K.E.,Nichols, F.C. (1993) Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *J Endod*, 19 (2), 76-78.

46. Barthel, C.R., Levin, L.G., Reisner, H.M., Trope, M. (1997) TNF-alpha release in monocytes after exposure to calcium hydroxide treated Escherichia coli LPS. *Int Endod J*, 30 (3), 155-159.
47. Jiang, J., Zuo, J., Chen, S.H., Holliday, L.S. (2003) Calcium hydroxide reduces lipopolysaccharide-stimulated osteoclast formation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 95 (3), 348-354.
48. Buck, R.A., Cai, J., Eleazer, P.D., Staat, R.H., Hurst, H.E. (2001) Detoxification of endotoxin by endodontic irrigants and calcium hydroxide. *J Endod*, 27 (5), 325-327.
49. Siqueira, J.F., Jr., Sen, B.H. (2004) Fungi in endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 97 (5), 632-641.
50. Arendorf, T.M., Walker, D.M. (1980) The prevalence and intra-oral distribution of *Candida albicans* in man. *Arch Oral Biol*, 25 (1), 1-10.
51. Dupont, B., Graybill, J.R., Armstrong, D., Laroche, R., Touze, J.E., Wheat, L.J. (1992) Fungal infections in AIDS patients. *J Med Vet Mycol*, 30 Suppl 1, 19-28.
52. Baumgartner, J.C., Watts, C.M., Xia, T. (2000) Occurrence of *Candida albicans* in infections of endodontic origin. *J Endod*, 26 (12), 695-698.
53. Waltimo, T.M., Orstavik, D., Siren, E.K., Haapasalo, M.P. (1999) In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *Int Endod J*, 32 (6), 421-429.
54. Waltimo, T.M., Siren, E.K., Orstavik, D., Haapasalo, M.P. (1999) Susceptibility of oral *Candida* species to calcium hydroxide in vitro. *Int Endod J*, 32 (2), 94-98.
55. Ferguson, J.W., Hatton, J.F., Gillespie, M.J. (2002) Effectiveness of intracanal irrigants and medications against the yeast *Candida albicans*. *J Endod*, 28 (2), 68-71.

56. Bowden, G.H., Hamilton, I.R. (1998) Survival of oral bacteria. *Crit Rev Oral Biol Med*, 9 (1), 54-85.
57. Nair, P.N., Henry, S., Cano, V., Vera, J. (2005) Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 99 (2), 231-252.
58. Sen, B.H., Piskin, B., Demirci, T. (1995) Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Endod Dent Traumatol*, 11 (1), 6-9.
59. Gilbert, P., Das, J., Foley, I. (1997) Biofilm susceptibility to antimicrobials. *Adv Dent Res*, 11 (1), 160-167.
60. Distel, J.W., Hatton, J.F., Gillespie, M.J. (2002) Biofilm formation in medicated root canals. *J Endod*, 28 (10), 689-693.
61. Chai, W.L., Hamimah, H., Cheng, S.C., Sallam, A.A., Abdullah, M. (2007) Susceptibility of *Enterococcus faecalis* biofilm to antibiotics and calcium hydroxide. *J Oral Sci*, 49 (2), 161-166.
62. Haapasalo, M., Qian, W., Portenier, I., Waltimo, T. (2007) Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *J Endod*, 33 (8), 917-925.
63. Haapasalo, H.K., Siren, E.K., Waltimo, T.M., Orstavik, D., Haapasalo, M.P. (2000) Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int Endod J*, 33 (2), 126-131.
64. Portenier, I., Haapasalo, H., Rye, A., Waltimo, T., Orstavik, D., Haapasalo, M. (2001) Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxylapatite and bovine serum albumin. *Int Endod J*, 34 (3), 184-188.
65. Wang, J.D., Hume, W.R. (1988) Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. *Int Endod J*, 21 (1), 17-26.

66. Yang, S.F., Rivera, E.M., Baumgardner, K.R., Walton, R.E., Stanford, C. (1995) Anaerobic tissue-dissolving abilities of calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *J Endod*, 21 (12), 613-616.
67. Wadachi, R., Araki, K., Suda, H. (1998) Effect of calcium hydroxide on the dissolution of soft tissue on the root canal wall. *J Endod*, 24 (5), 326-330.
68. Mohammadi, Z., Abbott, P.V. (2009) The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J*, 42 (4), 288-302.
69. Haenni, S., Schmidlin, P.R., Mueller, B., Sener, B., Zehnder, M. (2003) Chemical and antimicrobial properties of calcium hydroxide mixed with irrigating solutions. *Int Endod J*, 36 (2), 100-105.
70. Ercan, E., Dalli, M., Dulgergil, C.T. (2006) In vitro assessment of the effectiveness of chlorhexidine gel and calcium hydroxide paste with chlorhexidine against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 102 (2), e27-31.
71. Andreasen, J.O., Farik, B., Munksgaard, E.C. (2002) Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol*, 18 (3), 134-137.
72. Andreasen, F.M., Andreasen, J.O., Bayer, T. (1989) Prognosis of root-fractured permanent incisors--prediction of healing modalities. *Endod Dent Traumatol*, 5 (1), 11-22.
73. Kawamoto, R., Kurokawa, H., Takubo, C., Shimamura, Y., Yoshida, T., Miyazaki, M. (2008) Change in elastic modulus of bovine dentine with exposure to a calcium hydroxide paste. *J Dent*, 36 (11), 959-964.
74. Doyon, G.E., Dumsha, T., von Fraunhofer, J.A. (2005) Fracture resistance of human root dentin exposed to intracanal calcium hydroxide. *J Endod*, 31 (12), 895-897.



75. Warfvinge, J., Rozell, B., Hedstrom, K.G. (1987) Effect of calcium hydroxide treated dentine on pulpal responses. *Int Endod J*, 20 (4), 183-193.
76. Stanley, H.R., Pameijer, C.H. (1985) Pulp capping with a new visible-light-curing calcium hydroxide composition (Prisma VLC Dycal). *Oper Dent*, 10 (4), 156-163.
77. Meadow, D., Lindner, G., Needleman, H. (1984) Oral trauma in children. *Pediatr Dent*, 6 (4), 248-251.
78. Stanley, H.R., Lundy, T. (1972) Dycal therapy for pulp exposures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 34 (5), 818-827.
79. Cox, C.F., Bergenholtz, G., Heys, D.R., Syed, S.A., Fitzgerald, M., Heys, R.J. (1985) Pulp capping of dental pulp mechanically exposed to oral microflora: a 1-2 year observation of wound healing in the monkey. *J Oral Pathol*, 14 (2), 156-168.
80. Seltzer, S., Bender, I. (1975) *The Dental Pulp* 2nd edn. Philadelphia, PA: JB Lippincott 260 pp.
81. Accorinte Mde, L., Holland, R., Reis, A., Bortoluzzi, M.C., Murata, S.S., Dezan, E., Jr. ve diğeri. (2008) Evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide cement as pulp-capping agents in human teeth. *J Endod*, 34 (1), 1-6.
82. Mente, J., Geletneky, B., Ohle, M., Koch, M.J., Friedrich Ding, P.G., Wolff, D. ve diğeri. (2010) Mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: an analysis of the clinical treatment outcome. *J Endod*, 36 (5), 806-813.
83. Pitt Ford, T. (2002) Apexification and apexogenesis. In: Walton RE, Torabinejad M, eds. *Principles and practice of endodontics* 2nd edn. Philadelphia, PA: WB Saunders. 374-384.

84. Grossman, L. (1988) *Endodontic Practice*, 11th edn. Philadelphia, PA: Lea & Febiger, pp. 102-15.
85. Gutmann, J.L., Heaton, J.F. (1981) Management of the open (immature) apex. 2. Non-vital teeth. *Int Endod J*, 14 (3), 173-178.
86. Chawla, H.S. (1986) Apical closure in a nonvital permanent tooth using one Ca(OH)<sub>2</sub> dressing. *ASDC J Dent Child*, 53 (1), 44-47.
87. Chosack, A., Sela, J., Cleaton-Jones, P. (1997) A histological and quantitative histomorphometric study of apexification of nonvital permanent incisors of vervet monkeys after repeated root filling with a calcium hydroxide paste. *Endod Dent Traumatol*, 13 (5), 211-217.
88. Cvek, M. (1972) Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide. I. Follow-up of periapical repair and apical closure of immature roots. *Odontol Revy*, 23 (1), 27-44.
89. Yates, J.A. (1988) Barrier formation time in non-vital teeth with open apices. *Int Endod J*, 21 (5), 313-319.
90. Bramante, C.M., Berbert, A. (1994) Influence of time of calcium hydroxide iodoform paste replacement in the treatment of root perforations. *Braz Dent J*, 5 (1), 45-51.
91. Heithersay, G.S. (1975) Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. *J Br Endod Soc*, 8 (2), 74-93.
92. Frank, A.L., Weine, F.S. (1973) Nonsurgical therapy for the perforative defect of internal resorption. *J Am Dent Assoc*, 87 (4), 863-868.
93. Tronstad, L., Andreasen, J.O., Hasselgren, G., Kristerson, L., Riis, I. (1981) pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod*, 7 (1), 17-21.

94. Trope, M. (1998) Root resorption of dental and traumatic origin: classification based on etiology. *Pract Periodontics Aesthet Dent*, 10 (4), 515-522.
95. Mohammadi, Z., Farhad, A., Tabrizizadeh, M. (2006) One-visit versus multiple-visit endodontic therapy--a review. *Int Dent J*, 56 (5), 289-293.
96. Gholston, L.R., Mattison, G.D. (1983) An endodontic-orthodontic technique for esthetic stabilization of externally resorbed teeth. *Am J Orthod*, 83 (5), 435-440.
97. Abdulkader, A., Duguid, R., Saunders, E.M. (1996) The antimicrobial activity of endodontic sealers to anaerobic bacteria. *Int Endod J*, 29 (4), 280-283.
98. Heling, I., Chandler, N.P. (1996) The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *J Endod*, 22 (5), 257-259.
99. Saleh, I.M., Ruyter, I.E., Haapasalo, M., Orstavik, D. (2004) Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. *Int Endod J*, 37 (3), 193-198.
100. Blanscet, M.L., Tordik, P.A., Goodell, G.G. (2008) An agar diffusion comparison of the antimicrobial effect of calcium hydroxide at five different concentrations with three different vehicles. *J Endod*, 34 (10), 1246-1248.
101. Krithikadatta, J., Indira, R., Dorothykalyani, A.L. (2007) Disinfection of dentinal tubules with 2% chlorhexidine, 2% metronidazole, bioactive glass when compared with calcium hydroxide as intracanal medicaments. *J Endod*, 33 (12), 1473-1476.
102. Schafer, E., Bossmann, K. (2005) Antimicrobial efficacy of chlorhexidine and two calcium hydroxide formulations against *Enterococcus faecalis*. *J Endod*, 31 (1), 53-56.

103. Horsted P, S.B., Thylstrup A, El Attar K, Fejerskov O. (1985) A retrospective study of direct pulp capping with calcium hydroxide compounds. *Endodontics and Dental Traumatology*, 1, 29-34.
104. G, E. (1997) The treatment of non-vital immature teeth with calcium hydroxide-sterile water paste. Two case reports. *Quintessence International*, 28, 681-686.
105. Barbosa, C.A., Goncalves, R.B., Siqueira, J.F., Jr., De Uzeda, M. (1997) Evaluation of the antibacterial activities of calcium hydroxide, chlorhexidine, and camphorated paramonochlorophenol as intracanal medicament. A clinical and laboratory study. *J Endod*, 23 (5), 297-300.
106. Orstavik, D., Kerekes, K., Molven, O. (1991) Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study. *Int Endod J*, 24 (1), 1-7.
107. Rabie, G., Trope, M., Tronstad, L. (1988) Treatment of a maxillary canine with external inflammatory root resorption. *J Endod*, 14 (2), 101-105.
108. Caliskan, M.K., Sen, B.H., Ozinel, M.A. (1995) Treatment of extraoral sinus tracts from traumatized teeth with apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol*, 11 (3), 115-120.
109. Caliskan, M.K., Sen, B.H. (1996) Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using calcium hydroxide: a long-term study. *Endod Dent Traumatol*, 12 (5), 215-221.
110. Caliskan, M.K., Turkun, M. (1996) Root canal treatment of a root-fractured incisor tooth with internal resorption: a case report. *Int Endod J*, 29 (6), 393-397.
111. Tenca, J.I., Tsamtsouris, A. (1978) Continued root end development: apexogenesis and apexification. *J Pedod*, 2 (2), 144-157.

112. Barbizam, J.V., Trope, M., Teixeira, E.C., Tanomaru-Filho, M., Teixeira, F.B. (2008) Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. *Braz Dent J*, 19 (3), 224-227.
113. Contardo, L., De Luca, M., Bevilacqua, L., Breschi, L., Di Lenarda, R. (2007) Influence of calcium hydroxide debris on the quality of endodontic apical seal. *Minerva Stomatol*, 56 (10), 509-517.
114. Lambrianidis, T., Margelos, J., Beltes, P. (1999) Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod*, 25 (2), 85-88.
115. Nandini, S., Velmurugan, N., Kandaswamy, D. (2006) Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. *J Endod*, 32 (11), 1097-1101.
116. Kenée, D.M., Allemang, J.D., Johnson, J.D., Hellstein, J., Nichol, B.K. (2006) A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *J Endod*, 32 (6), 563-565.
117. Salgado, R.J., Moura-Netto, C., Yamazaki, A.K., Cardoso, L.N., de Moura, A.A., Prokopowitsch, I. (2009) Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication removal: microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 107 (4), 580-584.
118. Eguchi, D.S., Peters, D.D., Hollinger, J.O., Lorton, L. (1985) A comparison of the area of the canal space occupied by gutta-percha following four gutta-percha obturation techniques using Procosol sealer. *J Endod*, 11 (4), 166-175.
119. Wu, M.K., Kast'akova, A., Wesselink, P.R. (2001) Quality of cold and warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars. *Int Endod J*, 34 (6), 485-491.

120. Ainley, J.E. (1970) Fluorometric assay of the apical seal of root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 29 (5), 753-762.
121. Hilton, T.J. (2002) Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 2. *Am J Dent*, 15 (4), 279-289.
122. Goodman, A., Schilder, H., Aldrich, W. (1974) The thermomechanical properties of gutta-percha. II. The history and molecular chemistry of gutta-percha. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 37 (6), 954-961.
123. Evans, J.T., Simon, J.H. (1986) Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized Gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *J Endod*, 12 (3), 100-107.
124. Branstetter, J., von Fraunhofer, J.A. (1982) The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. *J Endod*, 8 (7), 312-316.
125. Çalt-Tarhan, S., Uzunoğlu, E. (2010) Kök kanal dolgu maddeleri. *Türkiye Klinikleri Dış Hekimliği Bilimleri Dergisi*, (1), 1-15.
126. Leonardo, M.R., Bezerra da Silva, L.A., Filho, M.T., Santana da Silva, R. (1999) Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 88 (2), 221-225.
127. McCabe, J.F., Walls, A.W.G. (2000) *Applied Dental Materials*. (c. 8). UK: Blackwell Science.
128. Anusavice, K.J. (1996) *Philips' Science of Dental Materials* (10. bs.) Philadelphia: W.B. Saunders Co.
129. Dickens, S.H., Milos, M.F. (2002) Relationship of dentin shear bond strengths to different laboratory test designs. *Am J Dent*, 15 (3), 185-192.

130. Drummond, J.L., Sakaguchi, R.L., Racean, D.C., Wozny, J., Steinberg, A.D. (1996) Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *J Biomed Mater Res*, 32 (4), 533-541.
131. Ungor, M., Onay, E.O., Orucoglu, H. (2006) Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *Int Endod J*, 39 (8), 643-647.
132. Soares, C.J., Santana, F.R., Castro, C.G., Santos-Filho, P.C., Soares, P.V., Qian, F. ve diğeri. (2008) Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater*, 24 (10), 1405-1411.
133. Nilles, J.L., Lapitsky, M. (1973) Biomechanical investigations of bone-porous carbon and porous metal interfaces. *J Biomed Mater Res*, 7 (3), 63-84.
134. Patierno, J.M., Rueggeberg, F.A., Anderson, R.W., Weller, R.N., Pashley, D.H. (1996) Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Endod Dent Traumatol*, 12 (5), 227-236.
135. Boschian Pest, L., Cavalli, G., Bertani, P., Gagliani, M. (2002) Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater*, 18 (8), 596-602.
136. Gesi, A., Raffaelli, O., Goracci, C., Pashley, D.H., Tay, F.R., Ferrari, M. (2005) Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod*, 31 (11), 809-813.
137. Huffman, B.P., Mai, S., Pinna, L., Weller, R.N., Primus, C.M., Gutmann, J.L. ve diğeri. (2009) Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. *Int Endod J*, 42 (1), 34-46.

138. Teixeira, C.S., Alfredo, E., Thome, L.H., Gariba-Silva, R., Silva-Sousa, Y.T., Sousa-Neto, M.D. (2009) Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: shear and push-out bond strength measurements and SEM analysis. *J Appl Oral Sci*, 17 (2), 129-135.
139. Babb, B.R., Loushine, R.J., Bryan, T.E., Ames, J.M., Causey, M.S., Kim, J. ve diğeri. (2009) Bonding of self-adhesive (self-etching) root canal sealers to radicular dentin. *J Endod*, 35 (4), 578-582.
140. Stiegemeier, D., Baumgartner, J.C., Ferracane, J. (2010) Comparison of push-out bond strengths of Resilon with three different sealers. *J Endod*, 36 (2), 318-321.
141. Castellan, C.S., Santos-Filho, P.C., Soares, P.V., Soares, C.J., Cardoso, P.E. (2010) Measuring bond strength between fiber post and root dentin: a comparison of different tests. *J Adhes Dent*, 12 (6), 477-485.
142. Fava, L.R., Saunders, W.P. (1999) Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J*, 32 (4), 257-282.
143. Hosoya, N., Kurayama, H., Iino, F., Arai, T. (2004) Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *Int Endod J*, 37 (3), 178-184.
144. Bodrumlu, E., Avsar, A., Hazar Bodrumlu, E., Cicek, E. (2013) The effects of calcium hydroxide removal methods on bond strength of Epiphany SE with two irrigation protocols. *Acta Odontol Scand*, 71 (3-4), 989-993.
145. De Faria-Junior, N.B., Keine, K.C., So, M.V., Weckwerth, P.H., Guerreiro-Tanomaru, J.M., Kuga, M.C. (2012) Residues of calcium hydroxide-based intracanal medication associated with different vehicles: a scanning electron microscopy evaluation. *Microsc Res Tech*, 75 (7), 898-902.



146. Tasdemir, T., Celik, D., Er, K., Yildirim, T., Ceyhanli, K.T., Yesilyurt, C. (2011) Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *Int Endod J*, 44 (6), 505-509.
147. Yucel, A.C., Gurel, M., Guler, E., Karabucak, B. (2013) Comparison of final irrigation techniques in removal of calcium hydroxide. *Aust Endod J*, 39 (3), 116-121.
148. Faria, G., Kuga, M.C., Ruy, A.C., Aranda-Garcia, A.J., Bonetti-Filho, I., Guerreiro-Tanomaru, J.M. ve diğeri. (2013) The efficacy of the self-adjusting file and ProTaper for removal of calcium hydroxide from root canals. *J Appl Oral Sci*, 21 (4), 346-350.
149. Ballal, N.V., Kumar, S.R., Laxmikanth, H.K., Saraswathi, M.V. (2012) Comparative evaluation of different chelators in removal of calcium hydroxide preparations from root canals. *Aust Dent J*, 57 (3), 344-348.
150. Kuga, M.C., Tanomaru-Filho, M., Faria, G., So, M.V., Galletti, T., Bavello, J.R. (2010) Calcium hydroxide intracanal dressing removal with different rotary instruments and irrigating solutions: a scanning electron microscopy study. *Braz Dent J*, 21 (4), 310-314.
151. Hulsmann, M., Heckendorff, M., Schafers, F. (2002) Comparative in-vitro evaluation of three chelator pastes. *Int Endod J*, 35 (8), 668-679.
152. Hulsmann, M., Heckendorff, M., Lennon, A. (2003) Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*, 36 (12), 810-830.
153. Sjogren, U., Hagglund, B., Sundqvist, G., Wing, K. (1990) Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod*, 16 (10), 498-504.

154. Bolhari, B., Shokouhinejad, N., Masoudi, A. (2012) The effect of calcium hydroxide on the bond strength of resilon/epiphany self-etch and assessment of calcium hydroxide removal techniques: an ex-vivo study. *J Dent (Tehran)*, 9 (2), 150-155.
155. Ustun, Y., Arslan, S., Aslan, T. (2013) Effects of calcium hydroxide and propolis intracanal medicaments on bond strength of resin-based endodontic sealer as assessed by push-out test. *Dent Mater J*, 32 (6), 913-919.
156. Amin, S.A., Seyam, R.S., El-Samman, M.A. (2012) The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer. *J Endod*, 38 (5), 696-699.
157. Carvalho, C.N., Bauer, J., Ferrari, P.H., Souza, S.F., Soares, S.P., Loguercio, A.D. ve diğeri. (2013) Influence of calcium hydroxide intracanal medication on bond strength of two endodontic resin-based sealers assessed by micropush-out test. *Dent Traumatol*, 29 (1), 73-76.
158. Saleh, I.M., Ruyter, I.E., Haapasalo, M., Orstavik, D. (2002) The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *Int Endod J*, 35 (10), 859-866.
159. Gopikrishna, V., Venkateshbabu, N., Krithikadatta, J., Kandaswamy, D. (2011) Evaluation of the effect of MTAD in comparison with EDTA when employed as the final rinse on the shear bond strength of three endodontic sealers to dentine. *Aust Endod J*, 37 (1), 12-17.
160. Pane, E.S., Palamara, J.E., Messer, H.H. (2013) Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *J Endod*, 39 (5), 669-673.
161. Sagsen, B., Ustun, Y., Demirbuga, S., Pala, K. (2011) Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *Int Endod J*, 44 (12), 1088-1091.

- 162.Erdemir, A., Ari, H., Gungunes, H.,Belli, S. (2004) Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod*, 30 (2), 113-116.
- 163.Eldeniz, A.U., Erdemir, A.,Belli, S. (2005) Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J Endod*, 31 (4), 293-296.
- 164.Sly, M.M., Moore, B.K., Platt, J.A.,Brown, C.E. (2007) Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany). *J Endod*, 33 (2), 160-162.
- 165.Nagas, E., Cehreli, Z.C., Durmaz, V., Vallittu, P.K.,Lassila, L.V. (2007) Regional push-out bond strength and coronal microleakage of Resilon after different light-curing methods. *J Endod*, 33 (12), 1464-1468.
- 166.Moll, K., Fritzenschaft, A.,Haller, B. (2004) In vitro comparison of dentin bonding systems: effect of testing method and operator. *Quintessence Int*, 35 (10), 845-852.
- 167.De-Deus, G., Di Giorgi, K., Fidel, S., Fidel, R.A.,Paciornik, S. (2009) Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany self-etch to root dentin. *J Endod*, 35 (7), 1048-1050.