

TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**BİYOAKTİF CAM İÇERİKLİ KUAFAJ MATERYALİNİN  
KLİNİK VE RADYOGRAFİK OLARAK  
DEĞERLENDİRİLEREK ANTİBAKTERİYEL  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

MERVE ABAKLI

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Emre KORKUT

KONYA 2017

TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**BİYOAKTİF CAM İÇERİKLİ KUFAJ MATERYALİNİN  
KLİNİK VE RADYOGRAFİK OLARAK  
DEĞERLENDİRİLEREK ANTİBAKTERİYEL  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

MERVE ABAKLI

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Emre KORKUT

Bu araştırma Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından **161924004** proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA 2017

## TEZ ONAY SAYFASI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Öğrencisi **Merve ABAKLI**'nın "**Biyoaktif Cam İçerikli Kuafaj Materyalinin Klinik ve Radyografik Olarak Değerlendirilerek Antibakteriyel Özelliklerinin İncelenmesi**" başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

04.12.2017

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Emre KORKUT

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ebru KÜÇÜKYILMAZ

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Yağmur ŞENER

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Dekan

Prof. Dr. Yağmur ŞENER

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

İmzası

## APPROVAL

We certify that we have read this dissertation entitled “**Clinical and Radiographic Evaluation and Antibacterial Properties Investigation of Indirect Pulp Capping Application with Bioactive Glass Material**” by “**Merve ABAKLI**” that in our opinion it is fully adequate, in scope and quality, as dissertation for the degree of *Specialization Thesis* in the Department of “**Pediatric Dentistry**”, Faculty of Dentistry, University of Necmettin Erbakan.

University of Necmettin Erbakan

Faculty of Dentistry

04.12.2017

Principal Advisor  
Asst. Prof. Emre KORKUT  
Necmettin Erbakan University  
Faculty of Dentistry

Examination Committee Member

Assoc. Prof. Ebru KÜÇÜKYILMAZ

İzmir Katip Çelebi University

Examination Committee Member

Prof. Yağmur ŞENER

Necmettin Erbakan University

Dean

Prof. Yağmur Şener

Necmettin Erbakan University

Faculty of Dentistry

Signature

## **BEYANAT**

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

04.12.2017

Merve ABAKLI

İmza

## ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR SAYFASI

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi, deneyim ve önerileri ile bana yol gösteren; iyi niyetini ve anlayışını hiçbir zaman esirgemeyen; bana her konuda destek olan, kendisinden çok şey öğrendiğim danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Emre Korkut'a;

Uzmanlık eğitimim süresince ilgi ve desteğini benden esirgemeyen, disiplini ile her zaman örnek aldığım saygıdeğer hocam Prof. Dr. Yağmur Şener'e;

Tüm bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak eğitimimde büyük emeği ve desteği olan saygıdeğer hocam Yrd. Doç. Dr. Onur Gezgin'e;

Tez çalışmamın mikrobiyolojik araştırmalarında destek ve yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Emrah Torlak'a;

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte çalıştığım tüm araştırma görevlisi ve doktora öğrencisi arkadaşlarıma;

Uzmanlık ve özel hayatımın her anında yanımda olan, her zaman desteklerini hissettiğim Arş. Gör. Elif Kartal, Arş. Gör. Zeliha Toptan, Arş. Gör. Şükriye Türkoğlu ve Arş. Gör. Betül Güney Çildan'a;

Diş hekimliği fakültesine adım attığım ilk günden beri, her zaman yanımda olan canım arkadaşım Samet İnci'ye;

Hayatım boyunca bana sevgi, anlayış ve sabır gösteren, aldığım tüm kararlarda her zaman yanımda olan, bu noktaya gelmemde tartışmasız en önemli yere sahip sevgili aileme

**sonsuz teşekkür ederim.**

Bu tez, Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından **NEÜ-BAP-2017161924004** numaralı proje ile desteklenmiştir.

## İÇİNDEKİLER

<i>İç Kapak</i> .....	i
<i>Tez Onay Sayfası</i> .....	ii
<i>Approval</i> .....	iii
<i>Beyanat</i> .....	iv
<i>Önsöz/Teşekkür Sayfası</i> .....	v
<i>İçindekiler</i> .....	vi
<i>Kısaltmalar ve Simgeler Listesi</i> .....	viii
<i>Şekiller Listesi</i> .....	ix
<i>Tablolar Listesi</i> .....	xi
<i>Grafikler Listesi</i> .....	xii
<i>Özet</i> .....	xiii
<i>Abstract</i> .....	xiv
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>2</b>
2.1. <i>Çürük Tanımı ve Histolojisi</i> .....	2
2.2. <i>Çürük Temizleme Yöntemleri</i> .....	4
2.2.1. <i>Geleneksel (Total) Çürük Temizleme Yöntemi</i> .....	5
2.2.2. <i>Parsiyel Çürük Temizleme Yöntemi</i> .....	6
2.3. <i>Pulpa Kuafajı</i> .....	10
2.3.1. <i>Direkt Pulpa Kuafajı</i> .....	11
2.3.2. <i>İndirekt Pulpa Kuafajı</i> .....	13
2.3.3. <i>Süt Dişlerinde Pulpa Kuafajı</i> .....	14
2.3.4. <i>Genç Sürekli Dişlerde Pulpa Kuafajı</i> .....	15
2.4. <i>Pulpa Kuafaj Tedavilerinde Kullanılan Güncel Materyaller</i> .....	17
2.4.1. <i>Kalsiyum Hidroksit</i> .....	17
2.4.2. <i>Çinko Oksit Öjenol (ZOE)</i> .....	19
2.4.3. <i>Kalsiyum Fosfat Siman</i> .....	19
2.4.4. <i>Hidroksiapatit</i> .....	20
2.4.5. <i>Kalsiyumla Zenginleştirilmiş Karışım (CEM)</i> .....	20
2.4.6. <i>Adeziv sistemler</i> .....	21
2.4.7. <i>Cam İyonomer Siman / Resin Modifiye Cam İyonomer Siman (CİS/RMCİS)</i> .....	22
2.4.8. <i>Büyüme faktörleri</i> .....	23
2.4.9. <i>Propolis</i> .....	24
2.4.10. <i>İlloprost</i> .....	24

2.4.11. Kalsiyum Silikat İçerikli Materyaller.....	25
2.4.12. Biyoseramikler.....	28
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>31</b>
3.1. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin İn Vivo Değerlendirmeleri.....	31
3.1.1. Hasta Seçim Kriterleri.....	32
3.1.2. Diş Seçim Kriterleri.....	32
3.1.3. Çalışmanın İn Vivo Kısımında Kullanılan Materyaller.....	32
3.1.4. Klinik Uygulamalar.....	34
3.1.5. Çalışmada Kullanılan Başarı Değerlendirme Kriterleri.....	41
3.2. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin İn Vitro Değerlendirmeleri.....	43
3.2.1. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin Antibakteriyel Etkinliklerinin Değerlendirilmesi.....	43
3.2.2. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin Ortamda Oluşturdukları pH Değişimlerinin Değerlendirilmesi.....	46
3.3. İstatistiksel Değerlendirme.....	47
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>48</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>62</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>72</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>80</b>
<b>8. EKLER.....</b>	<b>81</b>



## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

AAPD	: Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi
ADT	: Agar Difüzyon Testi
Ca(OH) <sub>2</sub>	: Kalsiyum Hidroksit
Ca <sup>+</sup>	: Kalsiyum iyonu
CaO	: Kalsiyum Oksit
CEM	: Kalsiyumla Zenginleştirilmiş Karışım
CHX	: Klorheksidin Glukonat
CİS	: Cam İyonomer Siman
Dk	: Dakika
DKT	: Direkt Kontakt Test
DMP-1	: Dentin Matriks Proteini-1
EMD	: Emdogain
ERRP	: Endosequence Kök Tamir Materyali
HCA	: Hidroksikarbonapatit
IRM	: Ara Restoratif Materyal
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	: Potasyum Dihidrojen Fosfat
mm	: Milimetre
MMT	: Mine Matriks Türevleri
MTA	: Mineral Trioksit Agregat
MTT	: 3-(4, 5- Dimethylthiazolyl-2)-2, 5-Diphenyltetrazolium Bromide
OH <sup>-</sup>	: Hidroksil iyonu
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	: Fosfor Pentoksit
PDL	: Periodontal Ligament
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	: Fosfat iyonu
RMCİS	: Resin Modifiye Cam İyonomer Siman
SiO <sub>2</sub>	: Silikon Dioksit
Sn	: Saniye
SO <sub>3</sub>	: Sülfür Trioksit
TGF-β	: Transforme Edici Büyüme Faktörü Beta
UBP	: Ultra-blend Plus
UDMA	: Üretan Dimetakrilat
USPHS	: United States Public Health Service
ZOE	: Çinko Oksit Öjenol

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 3.1.</b> Çalışmada kullanılan Dycal kuafaj materyali.....	33
<b>Şekil 3.2.</b> Çalışmada kullanılan Biner LC kuafaj materyali. ....	33
<b>Şekil 3.3.</b> Çalışmada kullanılan TheraCal LC kuafaj materyali. ....	33
<b>Şekil 3.4.</b> Çalışmada kullanılan Activa Bioactive Base/Liner kuafaj materyali.....	33
<b>Şekil 3.5.</b> Dycal materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin klinik görüntüleri. <b>a.</b> Başlangıç klinik görüntü. <b>b.</b> Parsiyel çürük temizleme işlemi sonrası klinik görüntü. <b>c.</b> Dycal materyali uygulaması sonrası klinik görüntü. <b>d.</b> Bitim restorasyonu sonrası klinik görüntü.....	36
<b>Şekil 3.6.</b> Dycal materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin radyografik görüntüleri. <b>a.</b> Başlangıç radyografik görüntü. <b>b.</b> Tedavi sonrası radyografik görüntü.....	36
<b>Şekil 3.7.</b> Biner LC materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 46 nolu dişin klinik görüntüleri. <b>a.</b> Başlangıç klinik görüntü. <b>b.</b> Parsiyel çürük temizleme işlemi sonrası klinik görüntü. <b>c.</b> Biner LC materyali uygulaması sonrası klinik görüntü. <b>d.</b> Bitim restorasyonu sonrası klinik görüntü.....	37
<b>Şekil 3.8.</b> Biner LC materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 46 nolu dişin radyografik görüntüleri. <b>a.</b> Başlangıç radyografik görüntü. <b>b.</b> Tedavi sonrası radyografik görüntü.....	37
<b>Şekil 3.9.</b> TheraCal LC materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin klinik görüntüleri. <b>a.</b> Başlangıç klinik görüntü. <b>b.</b> Parsiyel çürük temizleme işlemi sonrası klinik görüntü. <b>c.</b> TheraCal LC materyali uygulaması sonrası klinik görüntü. <b>d.</b> Bitim restorasyonu sonrası klinik görüntü. ....	38
<b>Şekil 3.10.</b> TheraCal LC materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin radyografik görüntüleri. <b>a.</b> Başlangıç radyografik görüntü. <b>b.</b> Tedavi sonrası radyografik görüntü.....	38
<b>Şekil 3.11.</b> Activa Bioactive materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin klinik görüntüleri. <b>a.</b> Başlangıç klinik görüntü. <b>b.</b> Parsiyel çürük temizleme işlemi sonrası klinik görüntü. <b>c.</b> Activa Bioactive materyali uygulaması sonrası klinik görüntü. <b>d.</b> Bitim restorasyonu sonrası klinik görüntü.....	39
<b>Şekil 3.12.</b> Activa Bioactive materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin radyografik görüntüleri. <b>a.</b> Başlangıç radyografik görüntü. <b>b.</b> Tedavi sonrası radyografik görüntü. ....	39

**Şekil 3.13.** Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj materyallerinin antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesi. **a.** Orbital çalkalayıcı. **b.** Staphylococcus aureus ve Escherichia coli standart suşları. **c.** Bakteri sayımı için hazırlanmış örneklerin görüntüsü..... 45

**Şekil 3.14.** Çalışmada kullanılan pH ölçüm cihazı. .... 46

**Şekil 4.1.** 12 aylık takip süresi sonrası görülen klinik ve radyografik başarısızlıklar. **a.** Radyografik başarısızlık sebeplerinden periodontal aralıkta genişleme ve periapikal lezyon görüntüsü. **b.** Radyografik başarısızlık sebeplerinden patolojik eksternal rezorpsiyon görüntüsü. **c.** Radyografik başarısızlık sebeplerinden furkal radyolusensi görüntüsü. **d.** Klinik başarısızlık sebeplerinden fistül oluşumu..... 55



## TABLÖLAR LİSTESİ

<b>Tablo 3.1.</b> Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj tedavisi materyalleri ve kimyasal içerikleri.....	34
<b>Tablo 3.2.</b> Klinik değerlendirmede kullanılan Modifiye USPHS restorasyon sağ kalım kriterleri.....	42
<b>Tablo 4.1.</b> Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş, cinsiyet ve dişlenme dönemlerine göre dağılımları.....	48
<b>Tablo 4.2.</b> Çalışmaya dahil edilen dişlerin materyal gruplarına göre diş tipi ve lokalizasyon dağılımları.....	49
<b>Tablo 4.3.</b> Çalışmada kullanılan materyallerin ortalama takip süresi.....	50
<b>Tablo 4.4.</b> Araştırmacılar arası klinik başarı oranı Kappa uyum analizi değerleri...50	
<b>Tablo 4.5.</b> Araştırmacılar arası radyografik başarı oranı Kappa uyum analizi değerleri.....	51
<b>Tablo 4.6.</b> Takip süresi sonundaki klinik başarı oranlarının yaş, cinsiyet, diş tipi, lokalizasyon ve dişlenme dönemlerine göre değerlendirilmesi.....	52
<b>Tablo 4.7.</b> Takip süresi sonundaki radyografik başarı oranlarının yaş, cinsiyet, diş tipi, lokalizasyon ve dişlenme dönemlerine göre değerlendirilmesi.....	53
<b>Tablo 4.8.</b> Çalışma gruplarının 12 ay sonunda başarısızlık sebepleri dağılımı.....	55
<b>Tablo 4.9.</b> Çalışma süresince gözlenen klinik ve radyografik başarı ve başarısızlık değerleri.....	56
<b>Tablo 4.10.</b> Çalışmada kullanılan kuafaj materyallerinin takip süresi boyunca klinik ve radyografik başarı oranlarının değerlendirilmesi.....	57
<b>Tablo 4.11.</b> Kompomer restorasyonların çalışma gruplarına göre 12 ay sonunda modifiye USPHS kriterlerine göre başarı oranlarının değerlendirilmesi.....	58
<b>Tablo 4.12.</b> Kompozit restorasyonların çalışma gruplarına göre 12 ay sonunda modifiye USPHS kriterlerine göre başarı oranlarının değerlendirilmesi.....	59
<b>Tablo 4.13.</b> Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj materyallerinin antibakteriyel etkinliğini gösteren yüzdesel azalma değerleri.....	60
<b>Tablo 4.14.</b> Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj materyallerinin pH ölçümleri.....	61

## GRAFİKLER LİSTESİ

**Grafik 4.1.** Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj tedavisi materyallerinin antibakteriyel etkinliği.....60



## ÖZET

T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Biyoaktif Cam İçerikli Kuafaj Materyalinin Klinik ve Radyografik Olarak Değerlendirilerek Antibakteriyel Özelliklerinin İncelenmesi

**Merve Abaklı**

**Pedodonti Anabilim Dalı**

**Uzmanlık Tezi/KONYA-2017**

Pulpa kuafajı; travma ya da çürük sebebiyle pulpaya çok yaklaşıldığı durumlarda, canlı pulpa dokusunu korumak amacıyla kavite tabanına biyouyumlu ve sert doku oluşumunu indükleyen bir materyal yerleştirilmesi işlemidir. Bu çalışmanın amacı, indirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulanan süt ve sürekli dişlerde biyoaktif cam içerikli Activa Bioactive materyalinin Dycal, Biner LC, TheraCal LC materyalleriyle klinik olarak karşılaştırılması ve materyallerin ortamda oluşturduğu pH değişiklikleri ile antibakteriyel etkinliklerinin *in vitro* olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmaya Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'na tedavi amacıyla başvuran, 4-15 yaş aralığında hasta seçim kriterlerine uygun 145 hasta dahil edilmiştir. Toplamda 200 adet olmak üzere, 100 adet süt ikinci azı ve 100 adet sürekli birinci azı dişi uygulanan pulpa kuafaj materyallerine göre 25'erli olarak 4 gruba ayrılmıştır. Tüm dişlere indirekt pulpa kuafaj tedavileri ve bitim restorasyonları aynı hekim tarafından yapılmıştır. Tedavi sonrası 1, 3, 6, 9 ve 12. aylarda klinik ve radyografik değerlendirmeler iki araştırmacı tarafından yapılarak kaydedilmiştir. Elde edilen veriler Ki-kare testi ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Materyallerin 12 aylık takip süresi boyunca klinik ve radyografik başarıları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Çalışmanın *in vitro* aşamalarında ise, *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) ve *Escherichia coli* (ATCC 25922) standart suşları kullanılarak aköz süspansiyon tekniği ile materyallerin antibakteriyel etkinliği değerlendirilmiştir. Antibakteriyel etkinlik bakteri sayısındaki yüzdesel azalma olarak ifade edilmiş, istatistiksel olarak en fazla azalma Activa Bioactive grubunda görülmüştür. Materyallerin ortamda oluşturdukları pH değişimleri ise 1, 2, 8, 24, 48 ve 168. saatlerde ölçülmüş, istatistiksel olarak TheraCal LC grubunda gözlenen pH değişiminin diğer gruplardan anlamlı bir şekilde yüksek olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ).

Bu çalışma sonuçları biyoaktif cam içerikli Activa Bioactive materyalinin indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiş olup, materyalin klinik etkinliğinin ve fiziksel özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi için örnek sayısının ve takip süresinin artırıldığı ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Antibakteriyel Etkinlik, Biyoaktif Cam, İndirekt Pulpa Kuafajı.

## **ABSTRACT**

NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY

FACULTY OF DENTISTRY

Clinical and Radiographic Evaluation and Antibacterial Properties Investigation Of  
Indirect Pulp Capping Application with Bioactive Glass Material

**Merve Abaklı**

**Pediatric Dentistry**

**Specialization Thesis/Konya-2017**

Pulp capping is a process of placing a biocompatible material to protect the pulp to the base of the cavity. The material should induce the formation of reparative dentin, maintain pulp viability, prevent bacterial leakages and have antibactericidal properties. The aim of this study was to compare the clinical effectiveness of Activa Bioactive material in primary and permanent molars treated with indirect pulp capping with Dycal, Biner LC, TheraCal LC materials and to evaluate the *in vitro* antibacterial activities with the pH changes of the materials.

145 patients (4-15 years old) were included in the study, who were admitted to the Pediatric Dentistry Department of the University of Necmettin Erbakan for the purpose of dental treatment. A total of 200 teeth were divided into 4 groups with 25 teeth according to the pulp capping materials applied with 100 primary second molar and permanent first molars. All pulpotomy treatments and final restorations were performed by the same pediatric dentist. Clinical and radiographic evaluations were performed by two pediatric dentists at the 1st, 3rd, 6th, 9th and 12th months follow-up. The obtained data were analyzed statistically by Chi-square test.

In the *in vitro* stages of the study, the antibacterial activity of the materials was assessed by aqueous suspension technique using *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) and *Escherichia coli* (ATCC 25922) standard strains. Antibacterial efficacy was expressed as a percentage reduction in the number of bacteria, with statistically the greatest reduction seen in the Activa Bioactive group. The pH changes of the materials were measured at 1, 2, 8, 24, 48 and 168 hours and in the TheraCal LC group the pH change was observed significantly higher than the other groups ( $p<0,05$ ).

The results of this study show that bioactive glass-containing Activa Bioactive material can be used effectively in indirect pulp capping treatments. However, in order to understand the clinical efficacy and physical properties of the material better, more studies are required with the extended sample size and follow-up time.

**Keywords:** Antibacterial Activity, Bioactive Glass, Indirect Pulp Capping.

## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Pulpa kuafajı; travma ya da çürük sebebiyle pulpaya çok yaklaşıldığı ya da perforasyon görüldüğü durumlarda, canlı pulpa dokusunu korumak amacıyla kavite tabanına biyouyumlu ve sert doku oluşumunu indükleyen bir materyal yerleştirilmesi işlemidir. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda pulpa kuafaj tedavilerinde pek çok materyal kullanılmış ve denenmiştir (Casagrande ve ark. 2010; Gruythuysen ve ark. 2010; Kotsanos ve Arizos 2011; Petrou ve ark 2014; Gökçek ve Bodrumlu 2015).

Kalsiyum hidroksit [Ca(OH)<sub>2</sub>] pulpa kuafaj tedavilerinde halen en yaygın olarak kullanılan materyaldir. Yüksek alkali pH'ı asidik bakteriyel ürünleri nötralize ederek antibakteriyel etki göstermektedir. Ayrıca odontoblast benzeri hücreleri uyatarak da dentin köprüsü oluşumunu sağlamaktadır. Bu özellikleri nedeniyle pulpa kuafaj tedavilerinde sık tercih edilen Ca(OH)<sub>2</sub>, büyüme faktörlerini ortaya çıkarıp dentin rejenerasyonunu da uyarmaktadır. Ancak materyalin klinik olarak 1-2 yıl içerisinde belli oranlarda çözünmesi, tüneller içeren düzensiz bir dentin köprüsü oluşumu, yapılan tedavilerde mikrosızıntıya bağlı olarak enfeksiyon görülmesi araştırmacıları alternatif bir kuafaj materyali bulmaya yöneltmiştir (Graham ve ark. 2006; Komabayashi ve ark. 2016).

Biyoaktif camlar son yıllarda diş hekimliğinde kullanım alanı bulan biyomateryal olarak isimlendirilen malzemelerdir. Öncelikle dentin hipersensitivitesi ve mine remineralizasyonunda kullanılmaya başlanan biyoaktif camlar, zamanla pulpotomi ve kuafaj tedavilerinde de kullanılır hale gelmiştir. Yapılan çalışmalarda pulpa histolojisini iyileştirebildiği ve mineralizasyonu indüklediği, devamlılık gösteren dentin köprüsü formasyonu sağladığı ve bu sayede mikrosızıntıyı engellediği öne sürülmüştür (Kulan ve Ulukapı 2011).

Bu çalışmada günümüze kadar indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde kullanılan materyallere alternatif olarak geliştirilen, biyoaktif cam içerikli kuafaj materyalinin klinik başarısının değerlendirilmesi ve *in vitro* koşullarda antibakteriyel özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Çürük Tanımı ve Histolojisi

Diş çürüğü; tüm yaş gruplarında görülebilen, kalsifiye dokuların yıkımı ve lokalize çözünmesiyle sonuçlanan mikrobiyolojik enfeksiyöz bir hastalıktır. Çürük; diş sert dokuları ve bakteriyel plak arasındaki fizyolojik dengenin bozulmasıyla oluşur. Bakteri plağı tarafından üretilen asitlerce diş arayüzünde pH'nın önemli ölçüde düşmesi demineralizasyon ile sonuçlanır. Demineralizasyon kalsiyum ( $Ca^{+}$ ) ve fosfat ( $PO_4^{-3}$ ) iyonlarının diştten uzaklaşması olarak tanımlanır. Plak içerisindeki mikroorganizmaların ürettiği asitlerin diş-plak arayüzünde bulunan tükürük bikarbonatlarınca tamponlanamaması sonucu pH 5,5 altına düşer. Mine yüzeyinde gerçekleşen  $Ca^{+}$  ve  $PO_4^{-3}$  iyonlarının çözünmesi ile diş çürüğü süreci başlar. İlk çözünmenin başlamasından kaviteleşmeye kadar geçen süre ortalama 12-24 aydır. Bu süre içerisinde çözünen  $Ca^{+}$  ve  $PO_4^{-3}$  iyonları remineralizasyon süreci ile tekrar diş yüzeylerinde depolanabilir (Tuncer ve ark. 2014).

Demineralizasyon-remineralizasyon dengesi demineralizasyon yönünde bozulduğunda mine dokusunda çürük başlamaktadır. Başlangıç mine çürükleri inspeksiyon ile teşhis edildiğinde sağlam mineden ayırt edilemeyebilir. Hava ile kurutulduklarında ise tebeşirimsi mat bir görüntü verirler. 'Beyaz Nokta (White Spot)' lezyonları olarak tanımlanan bu lezyonlar geri dönüşümlüdür ve remineralize olma özelliğine sahiptir. Tebeşirimsi-mat görüntünün sebebi ise yüzeyel tabakanın altında diş dokularında çözünen iyonların çökmesi ve mine dokusunda meydana gelen yapısal bozulmadır. Başlangıç lezyonu ilerleyip mine çürüğü haline geldiğinde tabanı minede, tepesi dentinde olan üçgen şeklinde bir demineralizasyon alanı meydana gelmektedir.

Mine çürükleri sağlıklı mine yüzeyinden dentine kadar diş yapısındaki bozulma ve mineral kayıplarına göre tabakalar ayrılır. En dış tabaka olan yüzeyel tabaka hipermineralize durumdadır. Ağız ortamında ve daha derin tabakalarda oluşan mineral kayıpları bu tabakada çöker. Kaviteasyonun oluşmadığı durumlarda yüzeyel tabakanın korunması önemlidir.

Radyografide radyolusent görüntü veren lezyon gövdesi mine çürüğünün en büyük tabakasıdır. Lezyon gövdesinin altında bulunan karanlık tabaka ise hızlı

ilerleyen çürüklerde ince, yavaş ilerleyen çürüklerde ise kalın olarak gözlenmektedir. Mine çürüğünün en derin tabakası olan saydam tabaka ise sağlıklı mineden farklılık gösteren ilk tabakadır. İlerlemiş çürüğün göstergesi olan bu tabaka, sağlıklı mineden yaklaşık 10 kat daha geçirgendir (Yıkılğan ve Kılıç 2016).

Mine çürüklerinde remineralizasyon gerçekleşmediği takdirde kavite oluşumu başlar. Kavite oluşumu sonrası bakterilerin yüzeysel dentin tübüllerine invazyonu başlamaktadır. Çürük dentinin dış tabakaları enfekte ve turbid (duyarsız) dentin tabakalarıdır. Bu tabakalarda bakteri invazyonunun yoğun olduğu ve dentin tübüllerinin tahrip ve genişlemesi ile bakterilerin tübülleri doldurduğu belirtilmiştir. Bu tabakalar geri dönüşümsüz olarak bozunmuş ve nekrotiktir. Çürük dentinin iç tabakaları ise etkilenmiş dentin olarak isimlendirilmiş olup, saydam ve subtransparan tabakalardan oluşmaktadır. Bu tabakalarda mikroorganizma bulunmamakla birlikte dentinin mineral ve organik yapısına asit saldırısı olmasına rağmen kollajen yapısının çapraz dizilimi bozulmamıştır. Bu nedenle bu tabakalar remineralize olabilir ve vital özelliklere sahiptir (Yıkılğan ve Kılıç 2016).

Tüm diğer canlı dokular gibi pulpa-dentin kompleksi de ilerleyen çürük lezyonlarına karşı savunma mekanizması geliştirmiştir. Bunlar dentin tübüllerinin sklerozu ile dentin geçirgenliğinin azalması, tersiyer dentin oluşumu ve pulpanın enflamatuar yanıtıdır (Trowbridge 2002; Kidd 2004).

En sık karşılaşılan savunma reaksiyonu dentin sklerozudur ve neredeyse tüm çürük lezyonlarının çevresinde görülür. Antijenik ve diğer iritan maddeler dentin tübüllerinden difüze olarak pulpaya ulaşır. Bu nedenle dentin tübüllerinin geçirgenliği, pulpada meydana gelen yaralanmanın derecesini belirleyen önemli bir faktördür. Dentinde skleroz oluşabilmesi için tübüller içerisindeki odontoblastların canlı olması gerekir (Kidd ve Fejerskov 2004). Ancak, aktif çürük lezyonlarında, skleroz oluşumundan önce odontoblastların ölümü gerçekleşebilir. Bu durumda tübüller içerisindeki odontoblastlar parçalanır ve “ölü sahalar” oluşur. Pulpa canlılığını koruduğu sürece, bu ölü sahaların pulpaya bakan yüzeyinde tersiyer dentin depolanır (Trowbridge 2002). Tersiyer dentin herhangi bir irritasyona karşı cevap olarak, dışın irritasyona maruz kaldığı bölgede, dentin tübüllerinin pulpaya bakan yüzeylerinde depolanır. Bu bölge, toksik ve irrite edici maddelerin pulpaya

ulaşmasını engelleyen bir bariyer olarak görev yapar ve böylelikle dentin geçirgenliğini azaltır (Silverstone ve Mjor 1988).

Dentin üretiminden sorumlu hücre tipine göre tersiyer dentin, reaksiyoner ve reperatif dentin olarak ikiye ayrılır. Reaksiyoner dentin, önceden mevcut olan odontoblastlar tarafından patolojik uyarana karşı oluşan dentindir. Uyarının şiddetine bağlı olarak düzensizlikler görülür ve daha az sayıda tübül vardır. Reperatif dentin ise daha kuvvetli uyarılara cevaben orijinal odontoblastların ölmesi sonucu, yeni farklılaşan odontoblast hücreleri tarafından oluşturulan dentindir (Trowbridge 2002).

Oluşan tersiyer dentin miktarı harap olan primer dentin miktarı ile doğru orantılıdır. Tersiyer dentin miktarında etkili olan diğer bir faktör çürüğün ilerleme hızıdır. Yavaş ilerleyen çürükte, hızlı ilerleyen çürüğe oranla daha fazla tersiyer dentin oluşur (Trowbridge, 2002). Ayrıca Murray ve ark. (2000), tersiyer dentin oluşumunun; kalan dentin kalınlığı, hastanın yaşı, preparasyon tabanının yüzey alanı ve restorasyon materyali gibi faktörlerle ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Pulpada oluşabilecek hasarların bilinmesinde çürük lezyonu ile pulpa dokusu arasında kalan sağlam dentin kalınlığı da büyük önem taşımaktadır. Bu mesafe patolojik ve iatrojenik hasarlara karşı pulpayı koruyan en iyi bariyerdir. Yapılan çalışmalarda, çürük lezyonu ile pulpa dokusu arasında kalan sağlam dentin kalınlığının ortalama 0,5-1 mm arasında olduğu vakalarda, bakteriyel toksinlere karşı gerçek bir enfeksiyon oluşturmayan bir cevap geliştiği ancak; 0,5 mm civarında olduğunda inflamasyonun derecesinde bir artış olduğu bildirilmiştir. Kalan sağlam dentin kalınlığının 0,5 mm olduğu vakalarda pulpa gerçekte çürük ile ekspoz olmamasına rağmen, dentinin geçirgenliği çok arttığı için fonksiyonel maruziyet meydana gelmektedir (Akarslan ve Erten 2008).

## **2.2. Çürük Temizleme Yöntemleri**

Çürük dentinin yapısının temizlenmesinde “korumak için genişletme” olarak bilinen G.V. Black’in 1893 yılında diş çürüğü tedavisi için ortaya koyduğu sistem, uzun yıllar diş hekimliğinde kabul görmüştür. Bu sistem, diş çürüklerinin ilerlemesini önlemek için plak birikimine elverişli olan sağlam bölgelerin de (fissürler, pitler, arayüz kontakt noktaları) kaldırılması fikrini benimsemektedir. Black, 1908 yılında yaptığı bir başka yayınında ise; pulpa perforasyonunun, pulpa

üzerinde yumuşak dentin bırakmaktan daha iyi olduğunu, ancak diş hekimlerinin çürük sürecinin patolojisini anlaması gerektiğini de belirtmiştir. Fakat ileri yıllarda yapılan çalışmalar, diş çürüğü patolojisi ve doğal savunma mekanizmasındaki yeni bilgiler, dental materyallerdeki olumlu gelişmeler ile minimal kavite tasarımlarının tanıtılması sonucu bu prensip değişmiştir (Kidd 2004; Thompson ve ark. 2008).

Günümüzde derin dentin çürüklerinin temizlenmesinde iki yöntem bulunmaktadır. Bunlardan biri sert ve yumuşak tüm çürük lezyonunun uzaklaştırılmasını öneren geleneksel (total) çürük temizleme yöntemi, diğeri ise daha konservatif bir yaklaşım olan parsiyel çürük temizleme yöntemidir.

### **2.2.1. Geleneksel (Total) Çürük Temizleme Yöntemi**

Restoratif diş hekimliğinde geleneksel çürük temizleme yönteminde lezyonun ilerlemesini önlemek için çürükten etkilenmiş tüm dokuların kaldırılması önerilmektedir. Böylelikle geriye sadece sert dentin dokusu bırakılır. Ancak tüm çürük dokunun kaldırılması ağrı, hassasiyet ve diş yapısının zayıflaması dahil olmak üzere pek çok dezavantaja sahiptir. Bu teknik, sığ ve orta derinlikteki (radyografik olarak dentinin ¼'ünden az kısmını etkileyen) pulpa perforasyonu riski bulunmayan dişlerde sıklıkla kullanılmaktadır (Ricketts ve ark. 2013). Derin çürük lezyonlarında ise indirekt restorasyonlarda, sabit ve hareketli bölümlü protezlerde dayanak olarak kullanılacak dişlerde, geri dönüşümsüz pulpitisten şüphelenilen durumlarda tanıyı netleştirmek amacıyla tercih edilebilir. Tek seansta çürük dokunun uzaklaştırılması ve restorasyona hazır hale gelmesi avantaj olarak gösterilebilir.

Derin dentin çürükleri, radyografik olarak %70-75'ten fazla dentin hasarı içeren kaviteleşmiş lezyonlardır. Derin dentin çürüğü bulunan vital, asemptomatik dişler total çürük temizleme yöntemi ile tedavi edildiğinde, pulpanın ekspoz olma riski çok yüksektir. Çürükten etkilenen tüm dokuların uzaklaştırılması pulpa içine bakteri girişini kolaylaştıran pulpa perforasyonuna neden olabilmektedir. Bunun sonucunda kök kanal tedavisi ya da çekim tedavisi gerektiren durumlar oluşabilmektedir (Ricketts ve ark. 2013).

Travma veya iatrojenik nedenlerle pulpa perforasyonu görülen vital asemptomatik dişlerde, diş canlılığını korumak amacıyla direkt pulpa kuafajı prodesürü uygulanmaktadır. Pulpa perforasyonu görülen bölge yıkanıp dezenfekte

edildikten sonra, pulpa üzerine direkt olarak genellikle Ca(OH)<sub>2</sub> ya da MTA materyali yerleştirilmesini takiben rezin modifiye cam iyonomer ve sürekli restorasyon yapılmaktadır. Hiçbir bakteri kontaminasyonu olmadan travma ya da iatrojenik nedenlerle oluşan pulpa perforasyonlarının tedavisi sonucu elde edilen başarı oranının, çürükle oluşan pulpa perforasyonu sonucu elde edilen başarıdan daha iyi olduğu düşünülmektedir (Ricketts ve ark. 2013).

### **2.2.2. Parsiyel Çürük Temizleme Yöntemi**

Yapılan birçok çalışmada araştırmacılar, pulpa perforasyon riskini en aza indirmek için total çürük temizleme yöntemine alternatif yaklaşımlar önermişlerdir. Ricketts ve arkadaşları (2006) yayınladıkları bir derlemede, parsiyel olarak çürük temizlemenin pulpa dokusunun korunması açısından daha iyi bir yöntem olduğunu ve bu yöntemle tamamlanan restorasyonların daha uzun ömürlü olduğunu bildirmişlerdir.

Parsiyel çürük temizleme yöntemi; yumuşak enfekte dentinin başlangıcını (dentin-mine birleşimi) çevresel olarak kaldırıp, kalan çürük lezyonunun geçici ya da sürekli restorasyon ile (iki ya da tek aşamalı) restore edilmesi olarak tanımlanabilir. Böylelikle çürük ilerleme sürecinin durdurulması veya geri döndürülmesi amaçlanmaktadır. İdeal sürekli restorasyon ile sızdırmazlık sağlanması, çürük lezyonunun ilerlemesini önlemede önemli etkenlerden biridir (Hoefler ve ark. 2016).

Parsiyel çürük temizleme tekniğinin klinik olarak başarısını etkileyen en önemli faktör doğru vaka seçimidir. Parsiyel çürük temizleme endikasyonu belirlenirken dişin pulpal durumunun teşhis edilmesi, çürük lezyonu aktivitesinin değerlendirilmesi ve klinik semptomların belirlenmesi önemlidir. Bunun yanında dişin radyografik olarak değerlendirilmesi ve çeşitli vitalite testleri ile vitalitesinin tam olarak belirlenebilmesi yapılacak olan tedavinin uzun dönem klinik başarısında kritik öneme sahiptir (Queiroz ve ark. 2005).

#### **2.2.2.1. İki Aşamalı (Step Wise) Çürük Temizleme Yöntemi**

Step wise tekniği; iki aşamalı indirekt pulpa kuafaj tedavisi olarak tanımlanabilir. Genellikle aktif, yumuşak ve hızlı ilerleme sürecine sahip genç sürekli dişlerde tercih edilir. Bu teknikte, aktif çürüğün durağan hale gelmesiyle

tersiyer dentin oluşumunun sağlanması ve pulpanın canlılığının korunması amaçlanmaktadır. İlk seansta, enfekte dentin mümkün olduğu kadar kaldırılıp üzeri antibakteriyel ve sert doku oluşumunu indükleyici özelliğe sahip bir materyalle örtüldükten sonra diş geçici olarak restore edilir. Tersiyer dentin oluşumu ve kalan çürük dentin tabakasının remineralizasyonu için belirli bir süre beklenir. Seanslar arası bekleme süresi literatürde farklılık gösterir. Farklı kaynaklara göre bu sürenin 6 hafta ile 12 ay arasında değiştiği görülmektedir. İkinci seansta, kavite tekrar açılıp kalan etkilenmiş yumuşak dentin kaldırılıp bitim restorasyonu yapılmaktadır (Hoefler ve ark. 2016). Yapılan çalışmalarda bir ya da iki seansta yapılan kuafaj tekniklerinin total çürük uzaklaştırılmasına göre pulpa perforasyonu riskini azalttığı bildirilmiştir (Ricketts ve ark. 2006; Schewendicke ve ark. 2013).

Step wise çürük temizleme tekniği konservatif bir yaklaşım olarak kabul edilmesine rağmen; ikinci seans çürük dokunun uzaklaştırılması esnasında pulpa ekspoza riski bulunmaktadır. Bu sebeple son yıllarda yapılan pek çok çalışmada, daha konservatif bir yaklaşımla ikinci seans çürük uzaklaştırma işleminin de kısmen yapılması önerilir. Bu yaklaşıma göre sadece kavite yan duvarlarındaki çürük dokusunun tamamen çıkarılması önerilir. Pulpa tabanı ve aksial duvarlar bağlanma kuvveti yüksek alanlar olmamasına rağmen; etkilenen dentin iyi bir kuafaj materyali ile kaplı ise bu sıvılar dentin tübülleri içine nüfuz edemez (Hayashi ve ark. 2011).

Son yıllarda yapılan klinik çalışmalarda süt dişlerinde parsiyel çürük temizleme işleminden sonra yapılan geçici veya sürekli restorasyonun, çürük lezyonların ilerlemesine etkisi araştırılmış, tek seansta yapılan tedavilerde çürük lezyonun ilerleme hızı daha düşük bulunmuştur. Araştırmacılar ayrıca derin çürük lezyonlu süt dişlerinde en uygun tedavinin tek seans parsiyel çürük temizleme tekniği olduğunu bildirmişlerdir (Queiroz ve ark. 2005).

Lula ve ark. (2009), yaptıkları klinik bir çalışmada çürük dentinin total ya da parsiyel olarak uzaklaştırıldığı süt dişlerinin mikrofloralarını incelemişlerdir. Dentinde akut çürük lezyonu bulunan vital pulpalı süt azı dişleri rastgele iki gruba ayrılmış, ilk grupta çürük belirleme boyası (%0,5 fuksin) kullanılarak çürük tamamen uzaklaştırılmıştır. Diğer grupta ise enfekte dentin kaldırılmış ancak etkilenmiş dentin sığ bir şekilde uzaklaştırılmıştır. Dentin örnekleri çürük uzaklaştırıldıktan sonra alınmıştır ve 3 aydan 6 aya kadar Ca(OH)<sub>2</sub> (Dycal) koruması

sonrası adeziv sistem ve kompozit rezin (Single Bond, Filtek Z250, 3M Espe) ile restore edilmiştir. Restorasyon öncesi total çürük temizlemesi yapılan dişler ile parsiyel çürük temizlemesi yapılan dişler karşılaştırıldığında, parsiyel olarak temizlenen grupta daha yüksek sayıda mikroorganizma bulunmuştur. Ancak restorasyondan sonra, bakteriyel koloni düzeyi iki grupta da benzer bulunmuştur. Araştırmacılar, süt dişlerinde parsiyel çürük temizlemesi sonrası kaviteyi tekrar açmaya gerek olmadığı sonucuna varmıştır.

Dalpian ve ark. (2012), derin çürük lezyonu bulunan süt dişlerine parsiyel çürük temizleme tekniği ve indirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulanmasını takiben, bu dişlerin dentin mikrosertlik değerlerini incelemiştir. Çalışmada 10 vakada restorasyon öncesi Ca(OH)<sub>2</sub> pulpa kuafaj materyali olarak kullanılırken, 7 vakada kullanılmamıştır. Sonrasında ise self-etching sistem kullanılarak tüm dişler kompozit materyali ile sürekli olarak restore edilmiştir. Dişlerin çekimi sonrasında kavitenin en derin yerinden yapılan mikrosertlik testlerinde ise her iki grupta da benzer sonuçlar bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada ise parsiyel çürük temizleme tekniği kullanılan derin çürük lezyonlu dişlerin 10 yıl boyunca radyografik incelemesi yapılmıştır. Restorasyon altında gözlenen radyografik yoğunluk değişiklikleri, kantitatif dijital radyografi kullanılarak kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda iyi bir sızdırmazlık sağlanan restorasyonlarda çürük ilerleme sürecinin durduğu ve radyolusent alanlarda görülen opasite artışı ile tersiyer dentin birikiminin gözlemlendiği bildirilmiştir (Alves ve ark. 2010).

Bressani ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, süt dişlerinde indirekt pulpa kuafaj tedavisinde Ca(OH)<sub>2</sub> ya da inert materyal (balmumu) uygulaması sonrası kalan dentini renk, yoğunluk ve kontaminasyon açısından karşılaştırmışlardır. Çalışmaya derin çürük lezyonlu süt azı dişlerine sahip 30 hasta dahil edilmiştir. Rastgele iki gruba ayrılan tüm dişler rezin kompozit kullanılarak restore edilmiştir. Parsiyel çürük temizlemesinden sonra kavite tabanındaki dentin rengi ve yoğunluğu değerlendirilerek, dentin örnekleri toplanıp tarama elektron mikroskobu ile kontaminasyon açısından incelenmiştir. 3 ay sonra yapılan tüm restorasyonlar kaldırılarak renk, yoğunluk ve kontaminasyon açısından tekrar değerlendirilmiş ve her iki grupta da dentinin anlamlı derecede daha koyu renk aldığı

görülmüştür. İstatistiksel olarak belirgin fark sadece Ca(OH)<sub>2</sub> örneklerinin yoğunluk parametresinde görülmüştür. Ca(OH)<sub>2</sub>'in dentin sertleşme sürecini, balmumuna oranla istatistiksel olarak daha çok uyardığı bildirilmiştir (%86,7-%33,3; p=0,008). Kontaminasyon açısından gruplar arasında anlamlı fark gözlenmemiştir. Ca(OH)<sub>2</sub> ve balmumunun indirekt pulpa kuafaj tedavisi sonrası kalan dentin üzerinde çürük sürecini durdurucu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak Ca(OH)<sub>2</sub>'in 3 ay sonunda dentin rengi ve yoğunluğu açısından daha üstün olduğu bildirilmiştir. İndirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulanan süt dişlerinde, kuafaj materyalinden bağımsız olarak çürük sürecinin durduğu, derin kaviteelerde kalan çürük dokunun uzaklaştırılması için ikinci kez kavite açılarak dentinin açığa çıkarılmasına gerek olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yapılan bir çalışmada ise tek ve iki aşamalı indirekt pulpa kuafaj tedavilerinin başarıları karşılaştırılmış ve uygulayıcının çürük temizlerken pulpa ekspozunu önlemek için nerede durması gerektiği araştırılmıştır. 4-15 yaş aralığındaki toplam 123 hastada 154 diş (94 adet süt ikinci azı dişi, 60 adet sürekli birinci azı dişi) çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma için, derin çürük lezyonuna sahip fakat işlem öncesi geri dönüşümsüz pulpitis bulguları göstermeyen dişler seçilmiştir. Tedavi edilen hastalar tek seanslı parsiyel çürük temizleme yöntemi, iki seanslı parsiyel çürük temizleme yöntemi ve total çürük temizleme yöntemi olmak üzere 3 gruba ayrılmış ve 1 yıl boyunca takip edilmiştir. Sonuçta total çürük temizleme yöntemi ile tedavi edilen 12 dişte (%22) pulpa ekspozu gözlenmiştir. Tek seanslı parsiyel çürük temizleme yöntemi ile tedavi edilen dişlerin 3 tanesinde (%6) ve iki seanslı parsiyel çürük temizleme yöntemi ile tedavi edilen dişlerin 4 tanesinde (%8) pulpa ekspozu gözlenmiştir. Parsiyel çürük temizleme yöntemi kullanılan grupta pulpa ekspozu gözlenme oranının total çürük temizleme yöntemi ile kıyaslandığında istatistiksel olarak daha düşük olduğu bildirilmiştir (p<0,05). Pulpa ekspozu gözlenmeyen dişlerde yapılan tedavilerin takibinde, klinik ve radyografik olarak yüksek başarı oranları gözlenmiştir. Sonuç olarak, parsiyel çürük temizleme tekniğinin hem süt hem sürekli azı dişlerinde tek ya da iki seansta başarılı bir şekilde uygulanabileceği bildirilmiştir (Orhan ve ark. 2010).

Gu ve ark. (2010) parsiyel çürük temizlenmesinden sonra dentinde kalan mevcut karyojenik bakterilerin asit oluşturma etkisini *in vivo* olarak incelemişlerdir.



Çalışmaya 28 sürekli azı dişi dahil edilmiş olup rastgele iki gruba ayrılmıştır. İlk grupta adeziv restorasyon öncesi asitle pürüzlendirme yapılmış, diğer grupta yapılmamıştır. Bakteri aktivite ve sayıları PCR (polimeraz zincir reaksiyonu) ve RT-PCR (gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu) ile değerlendirilmiştir. Gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamış olmasına rağmen, çalışma sonuçları adeziv restorasyon öncesi asitle pürüzlendirme yapılmasının doğrudan veya dolaylı olarak bakterilerin karyojenik etkisini inhibe edici bir etkiye sahip olabileceğini göstermiştir.

Hernandez-Gaton ve ark. (2015) 120 sürekli birinci azı dişi üzerinde yaptıkları çalışmalarında dişlere iki aşamalı çürük temizleme yöntemi uygulayarak 2 yıl boyunca klinik ve radyografik olarak takip etmişlerdir. Çalışma sonunda iki aşamalı çürük temizleme yönteminin başarı oranını %96,7 (116/120) olarak bildirmişlerdir.

Tek aşamalı parsiyel çürük temizleme yöntemi ve total çürük temizleme yönteminin karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada ise 276 süt dişi iki ayrı gruba ayrılarak tedavileri yapılmıştır. Çalışma sonunda total çürük temizleme yöntemiyle tedavi edilen dişlerin %2'sinde pulpal dejenerasyon gözlenmiş ve parsiyel çürük temizleme yönteminin daha başarılı olduğu bulunmuştur (Phonghanyud ve ark. 2012).

### **2.3. Pulpa Kuafajı**

Derin çürük lezyonlu dişlerin tedavisinde amaç, pulpanın canlılığının ve sağlığının korunması için reperatif dentin oluşumunu indüklemek, pulpa perforasyon riskini en aza indirmektir. Vital pulpa tedavi prosedürleri, çürük dokunun total veya parsiyel olarak uzaklaştırılıp pulpanın direkt ya da indirekt olarak kuafaj materyalleri ile kaplanmasını içerir. Bu tedavileri bakteriyel sızıntıyı en aza indirmek için ideal bir sürekli restorasyon takip etmelidir. Vital pulpa tedavileri geri dönüşebilir pulpa hasarını onarmak ve kök gelişiminin devamlılığını sağlamak amacıyla yapılır (Akhlaghi ve ark. 2015).

Pulpa kuafajı; travma, çürük ya da iatrojenik nedenlerle pulpanın perfore olduğu ya da pulpaya çok yakın ama perforasyon olmadığı durumlarda, pulpayı

korumak amacıyla kavite tabanına biyouyumlu ve sert doku oluşumunu indükleyen bir materyal yerleştirilmesi işlemidir.

Pulpa kuafaj tedavilerinde en önemli konulardan biri pulpanın mevcut durumunun doğru değerlendirilmesidir. Geleneksel bilgiler vital pulpa tedavilerinin yalnızca herhangi bir belirti görülmeyen geri dönüşebilir pulpitis vakalarında uygulanması gerektiği yönündedir. Ancak hassasiyet ve vitalite testi gibi klinik testler her zaman doğru sonuç vermeyebilir. Böyle vakalarda pulpal kanama miktarı ve bu kanamanın özellikleri, pulpal inflamasyon derecesinin iyi bir göstergesi olabilir. Ekspoz bölgesinden gelen ve durdurulması zor bir kanama, pulpada inflamasyonun ilerlediğini gösterir. Bu durumda vital pulpa tedavilerinden vazgeçilip invaziv tedavilere yönelinmelidir (Akhlaghi ve Khademi 2016).

Pulpa kuafaj tedavisi yapılması planlanan dişte; spontan ağrı, fistül oluşumu, gingivitis ve periodontitisten kaynaklanmayan periodontal enflamasyon, travmaya bağlı olmayan aşırı mobilite, apikal bölge ve furkasyon bölgelerinde radyolusent alanlar, internal ve eksternal rezorpsiyon bulgularından biri ya da birkaçı gözlemlendiğinde non-vital pulpa tedavileri tercih edilmelidir (www.aapd.org 2014).

### **2.3.1. Direkt Pulpa Kuafajı**

Direkt pulpa kuafajı, tamir dentini oluşturma yeteneğini kaybetmemiş olan pulpanın, herhangi bir nedenle ekspoz olduktan sonra vitalitesini korumak amacıyla dentin oluşumunu indükleyecek bir materyal ile örtülmesi işlemidir (Mjör 2002).

Derin çürük lezyonuna sahip dişlerde klinik ve radyografik olarak herhangi bir belirti olmasa da histolojik olarak pulpada inflamatuvar değişiklikler olabileceğinden, direkt pulpa kuafaj tedavilerinde inflamasyonun derecesini belirlemek için klinik ve radyografik verilerin bir arada ve çok dikkatli değerlendirilmesi gerekmektedir. Uygulanacak olan tedavi için dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sınıflandırılmıştır:

- **Çürüğün kaldırılması:** Çürük lezyonunun mekanik olarak kaldırılması esnasında enfekte ve nekrotik dentin parçaları pulpa içine itilebilir. Bu riski önlemek için, pulpanın açılma olasılığı yüksek, büyük çürük lezyonu bulunan alanlarında ekskavasyon yapılmaması önerilir. Çürük dentin artıklarının

uzaklaştırılması adına kavite serum fizyolojik veya oksijenli su ile yıkanabilir (Dumsha ve ark. 1985; Fuks 2008).

- **Bakteriyel kontaminasyon:** Direkt pulpa kuafaj tedavilerinde başarı oranını artırmak için, tedavi esnasında izolasyonun sağlanmasında, kullanılacak olan aletlerin steril olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca tedavi sonrası uygulanacak olan sürekli restorasyonun mikrosızıntıyı engelleyecek özellikle olması gereklidir (Dumsha ve ark. 1985).
- **Perforasyonun boyutu:** Perforasyon boyutu arttıkça bakteriyel kontaminasyon riskinin artması ve vasküler yapının daha fazla açığa çıkması sonucu pulpada oluşacak geri dönüşümsüz doku hasarının görülme olasılığı da artacaktır. Pulpa kuafaj tedavisi üzerine yapılan birçok çalışmada tedavinin başarı oranının yüksek olabilmesi için perforasyon boyutunun 1 mm'den daha küçük olması gerektiği bildirilmiş ve bu ölçü "iğne ucu büyüklüğü" olarak tanımlanmıştır (Dumsha ve ark. 1985; Alaçam 2000).
- **Perforasyonun lokalizasyonu:** Koronal bölgede görülen pulpa perforasyonlarındaki tedavi prognozunun, servikal bölgede görülenlere oranla daha başarılı olduğu bildirilmektedir. Bu durumun bir sebebi olarak, servikal bölgedeki perforasyonlarda oluşan tersiyer dentinin, koronal bölgeye olan kan akımını azaltacağı yönünde görüşler mevcuttur. Bunun da koronal alanda nekroza sebep olabileceği belirtilmiştir. Perforasyon sayısının birden fazla olması durumunda ise, direkt pulpa kuafaj tedavisinin endike olmadığı bildirilmiştir (Ricketts 2001).
- **Kanama miktarı:** Ekspozе olan bölgede kanama yoksa ya da kanama 2-3 dakika içerisinde kontrol edilebiliyorsa direkt pulpa kuafaj tedavisinde başarılı sonuçlar alınacağı bildirilmiştir. Ancak ekspozе bölgede eksudasyon ve kontrol altına alınamayan kanama varlığında non-vital pulpa tedavileri tercih edilmelidir (Alaçam 2000; Çalışkan 2006).
- **Hastanın yaşı:** Genç sürekli dişlerde damarsal ve hücrel yapıların fazla olması, bu dişlere uygulanan pulpa kuafaj tedavilerinin başarı oranını arttırmaktadır. Fizyolojik yaşlanmayla birlikte çürük, travma gibi nedenlerle tersiyer dentin oluşturma yeteneği azalan pulpa hacimce küçülür, daha fibröz bir yapı haline gelir. Buna bağlı olarak pulpal hücre sayısındaki azalma, kan damarı ve odontoblast sayı ve kalitesindeki düşüş; direkt pulpa kuafaj

tedavilerinde iyileşme süresini uzatarak başarı oranını azaltmaktadır (Ricketts 2001).

### 2.3.2. İndirekt Pulpa Kuafajı

İndirekt pulpa kuafaj tedavisi, derin ve pulpaya yakın çürük lezyonuna sahip, pulpa dejenerasyonu belirtileri göstermeyen dişlerde uygulanan bir prosedürdür. Bu prosedürde pulpa perforasyonundan kaçınmak için çürük dokunun pulpaya en yakın bölümü uzaklaştırılmayarak biyouyumlu bir materyalle örtülür. Bu tedavinin amacı, mevcut odontoblastları korumak ve dentin-pulpa birleşim bölgesinde reaksiyonel dentin oluşumunu teşvik etmektir.

İndirekt pulpa kuafaj tedavisi radyografik olarak derin çürük lezyonuna sahip olan ancak spontan ağrı, perküsyon hassasiyeti, fistül oluşumu, periodontal dokularda şişlik, anormal diş mobilitesi gibi bulgular göstermeyen, vitalite testlerine normal yanıt veren, komşu dişetinde normal görünüme sahip ve radyografik incelemede periradiküler lezyon gözlenmeyen dişlerde önerilmektedir. İndirekt pulpa kuafaj tedavilerinde doğru vaka seçimi ve endikasyonun belirlenebilmesi yapılacak tedavinin başarı oranını arttıracaktır (Farooq ve ark. 2000; Fagundes ve ark. 2009).

Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (AAPD) (2014), indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde uygulanması önerilen muayene aşamalarını şu şekilde belirlemiştir:

- Kapsamlı bir medikal anamnez alınmalıdır.
- Geçmiş ve mevcut dental anamnez ve tedaviler, mevcut semptomlar ve hastanın esas şikayeti öğrenilmelidir.
- Ağız içi yumuşak ve sert dokuların muayenesine ilave olarak ağız dışı muayene de yapılmalıdır.
- Diş ve çevre dokuları içeren radyografiler alınmalıdır.
- Palpasyon, perküsyon ve mobiliteyi içeren klinik testler yapılmalıdır.

Teşhis, tedavi ve takiple ilgili bilgiler hasta kayıtlarında tutulmalıdır. Planlanan tedavilerde; dişlerin gelişimi ile çocuğun genel gelişimi arasındaki ilişki, uygulanabilecek alternatif pulpa tedavileri ve dişin restore edilebilirliği de değerlendirilerek kaydedilmelidir.

### **2.3.3. Süt Dişlerinde Pulpa Kuafajı**

Süt dişlerinin erken dönemde kaybı; fonksiyon, estetik gibi sorunların yanında maloklüzyonlara da yol açabilir. Bu nedenle doğal eksfoliasyon zamanlarına kadar süt dişlerinin canlılığının korunması, ark bütünlüğü ve mevcut ağız sağlığı açısından kritik bir öneme sahiptir (Parisay ve ark. 2015).

Süt dişi mine ve dentin dokularının sürekli dişlere göre yapısal farklılıkları bulunur. Mine ve dentin kalınlıkları sürekli dişlerdeki kalınlıkların yaklaşık olarak yarısına eşittir. Dişin tüm boyutlarına oranla pulpa odasının genişliği sürekli dişlere oranla daha fazladır. Bu sebeplerle çürük lezyonları daha hızlı ilerlemekte, pulpa-dentin kompleksi üzerindeki etkileri de daha çabuk ortaya çıkmaktadır (Doneria ve ark. 2017).

Süt dişleri için vital pulpa tedavileri asemptomatik ya da geri dönüşebilir pulpitis semptomları gösteren dişlere uygulanır. Restorasyon amacıyla tüm çürük kaldırıldıktan sonra pulpaya yakın dentin yüzeyine, pulpa hasarını önlemek ve tersiyer dentin oluşumunu uyarmak amaçlarıyla kuafaj materyali yerleştirme işlemidir.

#### **2.3.3.1. Süt Dişlerinde Direkt Pulpa Kuafajı**

Direkt pulpa kuafajı, çürük uzaklaştırma işlemi esnasında mekanik olarak ya da travmatik yaralanmalara bağlı pulpa perforasyonu görülen durumlarda, pulpa dokusunun kuafaj materyalleri ile örtülmesi işlemidir. Tedavinin amacı, perforasyon bölgesinde reperatif dentin oluşumunu stimüle ederek pulpa vitalitesinin devamlılığının sağlanmasıdır.

Ağrı, hassasiyet, periodontal dokularda şişlik gibi klinik semptomlar ya da eksternal-internal rezorpsiyon, furkasyon bölgesinde veya apikalde radyolusensi gibi radyolojik semptomların gözlendiği dişlerde direkt pulpa kuafaj tedavisi yerine non-vital pulpa tedavileri tercih edilmelidir (www.aapd.org 2014).

Literatürde süt dişlerine uygulanan direkt pulpa kuafaj tedavisi ile ilgili birçok farklı görüş bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda genellikle süt dişlerine uygulanan direkt pulpa kuafaj tedavisinin başarı oranının çok yüksek olmadığı

bildirilmiştir. Özellikle odontoklast hücrelerine benzeşen farklılaşmamış mezenşimal hücreler, bu tedavinin başarısızlık oranından sorumludur (Parisay ve ark. 2015).

### **2.3.3.2. Süt Dişlerinde İndirekt Pulpa Kuafajı**

Süt dişlerinde indirekt pulpa kuafaj tedavisi, derin dentin çürüklü, herhangi bir pulpa dejenerasyon belirtisi göstermeyen dişlerde pulpaya en çok yaklaşılan bölgede bir miktar çürük bırakılarak, dentin dokusunun biyouyumlu bir materyal ile örtülmesi işlemidir.

Marchi ve ark. (2006) yaptıkları bir çalışmada, indirekt pulpa kuafaj tedavisi uyguladıkları derin dentin çürüklü 27 adet süt dişini rastgele iki gruba ayırmış; bir grupta  $Ca(OH)_2$ , diğer grupta ise cam iyonomer siman (CİS) kullanmışlardır. 4 yıl boyunca takip edilen dişlerde;  $Ca(OH)_2$  grubunda %88,8 ve CİS grubunda %93 oranında başarı gözlendiğini ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca süt dişlerinde yapılan kuafaj tedavilerinde kullanılan materyalden bağımsız olarak, kavitede bırakılan çürüğün ilerlemesinin durdurulabildiği belirtilmiştir. Süt dişlerinde yapılan indirekt pulpa kuafaj tedavilerinin başarı oranının bitim restorasyonlarının sızdırmazlığı ile ilişkili olduğunu bildiren birçok çalışma bulunmaktadır (Al-Zayer ve ark. 2003; Vij ve ark. 2004; Parisay ve ark. 2015).

Farooq ve ark. (2000) yaptıkları bir çalışmada; formokrezol amputasyonu ve indirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulanan derin dentin çürüklü süt azı dişlerini retrospektif olarak değerlendirmişlerdir. 2-7 yıl boyunca takip edilen toplam 133 diş arasından; formokrezol amputasyonu yapılmış dişlerde %74, indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılmış dişlerde %93 oranında başarı rapor etmişlerdir. Araştırmacılar süt dişlerinde indirekt pulpa kuafaj tedavisi başarısının formokrezol amputasyonu ile kıyaslandığında, istatistiksel açıdan belirgin olarak daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

### **2.3.4. Genç Sürekli Dişlerde Pulpa Kuafajı**

Geri dönüşebilir pulpitis belirtileri gösteren genç sürekli dişlerde invaziv tedavilerden önce daha konservatif bir yaklaşımla yapılacak vital pulpa tedavileri tercih edilmelidir.

#### **2.3.4.1. Genç Sürekli Dişlerde Direkt Pulpa Kuafajı**

Mekanik ya da travmatik nedenlerle ekspozite olan pulpal alana kanama kontrolü sağlandıktan sonra tersiyer dentin oluşumunu indükleyici kuafaj materyallerinin yerleştirilmesi işlemidir.

AAPD tarafından yayınlanan 2014 yılı verilerine göre, genç sürekli dişlere uygulanan ideal bir direkt pulpa kuafaj tedavisi sonrasında hassasiyet, ağrı ya da şişlik gibi klinik belirtiler gözlenmemelidir.

#### **2.3.4.2. Genç Sürekli Dişlerde İndirekt Pulpa Kuafajı**

Genç sürekli dişlerde indirekt pulpa kuafaj tedavisinde başarı oranları oldukça yüksektir; ancak vaka seçimi oldukça önemlidir. Derin dentin çürüklü dişlerde yapılacak detaylı klinik ve radyografik muayene sonrasında pulpa dejenerasyon semptomları gözlenen dişlerde indirekt pulpa kuafaj tedavisi önerilmemektedir (Camp ve ark. 2002).

## 2.4. Pulpa Kuafaj Tedavilerinde Kullanılan Güncel Materyaller

Geçmişten günümüze pulpa kuafaj tedavilerinde pek çok materyal kullanılmıştır. Kalsiyum hidroksit içerikli kuafaj materyallerinin bazı olumsuz özelliklerinden dolayı son 20 yıl boyunca kalsiyum hidroksite alternatif olabilecek birçok kuafaj materyali denenmiştir.

Qureshi ve ark. 2014 yılında yayınladıkları bir makalede ideal bir pulpa kuafaj tedavisi materyalinde olması gereken özellikleri şu şekilde sıralamıştır:

- Tersiyer (reperatif) dentin oluşumunu uyarmalı,
- Pulpa canlılığının devamlılığını sağlamalı,
- Sekonder çürük oluşumunu önlemek için florid salınımı yapmalı,
- Bakterisidal ya da bakteriostatik özellikte olmalı,
- Dentine bağlanmalı,
- Restoratif materyallere bağlanmalı,
- Restorasyonu yerleştirirken ve restorasyon ağızda olduğu sürece oluşan kuvvetlere karşı dayanıklı olmalı,
- Steril olmalı,
- Radyopak olmalı,
- Bakteriyel sızıntıyı önlemeli.

### 2.4.1. Kalsiyum Hidroksit

Kalsiyum hidroksit  $[Ca(OH)_2]$ , 1920'li yıllarda ilk olarak Hermann tarafından tanımlanmıştır. Diş hekimliğinde pulpa kuafajı, amputasyon, kök kanal tedavisi, iatrojenik kök perforasyonlarının tamiri, apeksifikasyon, kök rezorpsiyonları ve kırıklarının tamiri gibi pek çok durumda sıklıkla tercih edilen bir materyaldir.

Günümüzde en sık kullanılan pulpa kuafaj tedavisi materyali olma özelliğine sahip olan  $Ca(OH)_2$ 'in doymuş pH'ı yaklaşık 12,4 olup, 11,5 ile 12,4 arasında değişen pH formlarına da rastlamak mümkündür (Alaçam 2000; Oğlakçı ve ark. 2016).

$Ca(OH)_2$ 'in başlıca etki mekanizması  $Ca^+$  ve  $OH^-$  iyonlarına çözünerek dentin yüzeyine çökmesi ile gerçekleşir. Tersiyer dentin köprüsü yapımını stimule etmek amacıyla açılan pulpa üzerine uygulanan  $Ca(OH)_2$ , mekanizması tam olarak



açıklanamayan bir süreçle pulpa dokusu üzerinde koagülasyon nekrozuna neden olur. Bu etki sonucunda oluşan koagülasyon nekrozu altındaki farklılaşmamış mezenkim hücreleri odontoblastlara dönüşmektedir ve ortalama 21 günde kalsifiye köprü oluşumu başlamaktadır. Kalsifiye köprü oluşumu 12 ay boyunca devam etmekte ve pulpanın canlılığı korunmakta, genel olarak enflamasyon görülmemektedir (Murray ve ark. 2002; Golberg ve ark. 2004; Hilton 2009; Sangwan ve ark. 2013).

Yapılan bir çalışmada pulpa kuafaj tedavilerinde kullanılan  $\text{Ca(OH)}_2$ , rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCIS) ve kompozit rezin materyaller dentin köprüsü oluşturma yetenekleri açısından karşılaştırılmıştır.  $\text{Ca(OH)}_2$  için dentin köprüsü oluşturma oranı %86, RMCIS için %63, kompozit rezin için ise %57 olarak bildirilmiştir (Murray 2006).

$\text{Ca(OH)}_2$ , antibakteriyel etkisini hem yüksek alkale özelliği hem de reaktif bir serbest radikal olan hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) iyonunun çözünmesi ile göstermektedir. Çözünen  $\text{OH}^-$  iyonları, bakteri hücrelerinin sitoplazmik membranlarına zarar vererek protein denatürasyonuna ve DNA hasarına neden olurlar.  $\text{Ca(OH)}_2$  pulpa enflamasyonunu iyileştirme özelliğine sahip değildir. Bu sebeple ya tamamen sağlıklı ya da bakterilerin derine penetre olmadığı, yüzeysel olarak kontamine olmuş vital pulpa tedavilerinde uygulanmalıdır (Foreman ve ark. 1990; Fava ve Saunders 1999; Oğlakçı ve ark. 2016).

Yapılan birçok çalışmada  $\text{Ca(OH)}_2$ 'in dezavantajlarından bahsedilmiştir.  $\text{Ca(OH)}_2$  esaslı materyallerin sert doku bariyeri sentezlenmesine yol açan tek materyal olmadığı ve  $\text{Ca(OH)}_2$  altındaki dentin köprülerinde tünel defektleri olabileceği belirtilmiştir. Bunun yanı sıra dentin yüzeyine zayıf Van der Waals bağlarıyla bağlandıkları, mikrosızıntıyı önleyemedikleri, bir süre sonra restorasyon altında çözündükleri ve adeziv restorasyonlarda hibridizasyonunun kalitesini düşürdükleri yönünde çalışmalar da bulunmaktadır (Murray ve ark. 2002; Gökçek ve Hazar Bodrumlu 2016; Komabayashi ve ark. 2016).

Yayınlanan sistematik bir derlemede (2011) derin dentin çürüklü dişlerde uygulanan çürük temizleme yöntemleri ve kullanılan kuafaj materyalleri araştırılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde materyallerin klinik başarısı, karyojenik bakteri sayısını azaltabilmesi, sert doku oluşumu ve tersiyer dentin oluşumu gibi

birçok özellik incelenmiştir. Araştırma sonucunda iki aşamalı çürük temizleme yönteminin (Step wise tekniği) derin dentin çürüklü dişlerde pulpa canlılığını korumak için en etkili yöntem olduğu bildirilmiştir. Ayrıca  $\text{Ca(OH)}_2$ 'in karyojenik bakteri sayısını azaltmada ve sert doku oluşumunu indüklemeye etkili bir ajan olduğu bildirilmiştir (Hayashi ve ark. 2011).

#### **2.4.2. Çinko Oksit Öjenol (ZOE)**

Derin dentin çürüklerinin tedavisinde sıklıkla kullanılan çinko oksit öjenol, toksik ürünlerin pulpaya difüzyonunu sınırlayarak pulpal inflamasyonun bulgularını ortadan kaldıran, analjezik ve antiseptik bir materyaldir. İndirekt pulpa kuafaj tedavilerinde dentin kanallarını tıkayarak bakteriyel sızıntıyı önledikleri için tercih edilen çinko oksit öjenol simanların, direkt pulpa kuafaj tedavilerinde ekspozite pulpa üzerine kullanımlarının uygun olmadığı bildirilmiştir. Çinko oksit öjenol simanlar antienflamatuar etkisi sebebiyle siklooksijenaz ve lipooksijenaz ürünlerinin (araşidonik asit) biyosentezini engeller. Vazodilatasyon etkisi ile toksik birikimini önler, sedatif etkisi ile de pulpadaki sinir aktivitesini inhibe eder. Ancak mekanik özelliklerinin yetersizliği ve çözünabilirlikleri sebebiyle rezin esaslı materyaller ile birlikte kullanımlarının kontrendike olduğu bildirilmiştir (Oğlakçı ve ark. 2016).

#### **2.4.3. Kalsiyum Fosfat Siman**

Kalsiyum fosfat simanlar sıklıkla kemik defektlerinin tamirinde kullanılan biyouyumlu materyallerdir. Yüksek osteokondüktif etkileri sebebiyle diş hekimliğinde periodontal defektlerin tedavisinde kullanılmaktadırlar. Bunun yanında birçok çalışmada kalsiyum fosfat simanların reperatif dentin oluşumunu indüklediği ve pulpa kuafajında kullanılabileceği bildirilmiştir. Kalsiyum fosfat simanların  $\text{Ca(OH)}_2$  ile kıyaslandığı birçok çalışmada,  $\text{Ca(OH)}_2$ 'ten daha üstün fiziksel özelliklere sahip oldukları belirtilmiştir. Ancak uzun sertleşme süresi ve düşük basma dayanımı gibi dezavantajları sebebiyle pulpa kuafaj tedavilerinde tek başlarına kullanımlarının uygun olmadığı ileri sürülmüştür. Son yıllarda kalsiyum fosfat simanların dezavantajlarının elimine edilmesi amacıyla hızlı sertleşen trikalsiyum fosfat içerikli simanlar üretilmiştir. Günümüzde trikalsiyum fosfat içerikli simanlar pulpa kuafajının yanı sıra perforasyon tamiri, kanal dolgu materyali ve kemik defektlerinin tamirinde kullanılmaktadır (Lee ve ark. 2010; Lee ve ark. 2014).

#### **2.4.4. Hidroksiapatit**

Hidroksiapatit mine dokusu ile benzer mineral yapısına sahip olduğu için diş hekimliğinde remineralizasyon ajanı olarak sıklıkla tercih edilmektedirler. Antibakteriyel özellikleri, biyouyumlulukları, düşük çözünürlükleri ve mineralize dokulara olan yapısal benzerlikleri ile medikal ve dental alanlarda kullanım alanı bulmaktadırlar. Bu ve benzer özellikleri nedeniyle hidroksiapatitlerin pulpa kuafaj tedavilerinde kullanımının, sert doku oluşumunu indükleyebileceği düşünölmüştür (Haghgoo ve ark.2015).

#### **2.4.5. Kalsiyumla Zenginleştirilmiş Karışım (CEM)**

Kalsiyumla zenginleştirilmiş karışım (CEM), antibakteriyel özellikli kalsiyum bileşiklerinden oluşmaktadır. Hidroksiapatit kristalleri ve dentin köprüsü oluşumunu indükleme özellikleri ile kök perforasyonları ve vital pulpa tedavilerinde güvenle kullanılabilir biyouyumlu materyallerdir. Yapılan birçok klinik çalışmada kalsiyumla zenginleştirilmiş karışımın pulpa dokusu üzerine etkileri araştırılmış ve nemli ortamdaki yüksek fiziksel özellikleri ve biyouyumlulukları ile vital pulpa tedavilerinde kullanımları önerilmiştir (Witherspoon ve ark. 2006; Asgary ve ark. 2008; Haghgoo ve ark.2015).

Zarrabi ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, MTA ile CEM materyallerini dentin köprüsü oluşumu açısından kıyaslamışlar ve dentin köprüsü altındaki odontoblast hücrelerinin yan yana diziliminin benzer olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ashraf ve ark. (2017) ise, yayınladıkları vaka raporunda apeksi açık sürekli dişlere CEM materyali kullanarak pulpotomi tedavisi uygulamışlardır. Yapılan tedavi sonrası uzun dönem takipler sonucunda CEM materyalinin altında dentin köprüsü oluşumu gözleendiği ve dişlerin apekslerinin kapanarak kök gelişiminin devam ettiği bildirilmiştir.

Ortodontik çekim endikasyonu konulmuş olan 20 adet süt kanin dişinde yapılan bir çalışmada; dişlerde mekanik olarak pulpa perforasyonu oluşturularak, dişlerin yarısında naohidroksiapatit diğer yarısında CEM materyali ile direkt kuafaj tedavisi yapılmıştır. Tedaviden iki ay sonra çekilen dişlerde histolojik incelemeler yapılarak sert doku oluşumu, sert doku tipi ve kalitesi değerlendirilmiştir. Çalışma

sonunda CEM materyali kullanılarak tedavi edilen örneklerde inflamasyon bulgusuna rastlanılmamıştır. Nanohidroksiapatit grubunda ise; 4 örnekte %40 üzerinde oranlarda inflamasyon bulgusu gözlenmiştir. Sert doku oluşumu ise, CEM örneklerinin tümünde (10/10) gözlenirken, nanohidroksiapatit örneklerinin çoğunda gözlenmemiştir (2/10) (Haghoo ve ark. 2015).

#### **2.4.6. Adeziv sistemler**

Güncel çalışmalar vital pulpa tedavisi yapılan dişlerde dentin köprüsü oluşumu gözlenmeden de başarılı olunabileceğini göstermektedir (Schuurs ve ark. 2000; Chun ve ark. 2014). Bu teoriye göre kuafaj materyali olarak kullanılabilen adeziv sistemler, ideal koşullarda uygulandığında dentin kanalları içerisine işleyerek kanalları hermetik bir şekilde kapatmakta ve mikrosızıntıyı engellemektedir (Akhlaghi ve Khademi 2016).

Pulpa kuafaj tedavilerinde kullanılan materyallerin biyouyumluluğu ve sitotoksitesi yapılacak olan tedavinin başarısını ve iyileşmeyi etkilemektedir. Bu nedenle, ekspozite pulpa üzerine direkt uygulanan adeziv rezinin sitotoksik etkisinin incelendiği birçok çalışma bulunmaktadır (Schuurs ve ark. 2000; Paranjpe ve ark. 2005; Accorinte ve ark. 2008). Yeterince polimerize edilmeyen adeziv rezinlerin, T lenfositlerinin proliferasyonunu baskılaması sonucu sitotoksik etkileri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, rezin partiküllerinin pulpada gözlenmesi, enflamasyon oluşumunu tetikleyebilmekte ve yabancı cisim reaksiyonuna yol açabilmektedir. Bununla birlikte tersiyer dentin oluşmaması sonucunda da enflamasyon gözlenebilir (Qureshi ve ark. 2014).

Yapılan bazı çalışmalarda direkt pulpa kuafaj tedavisinde kullanılan adeziv sistemlerin vazodilatör etki gösterip hemostazı olumsuz etkilediği ve tekrar kanamaya neden olduğu bildirilmiştir. Öte yandan dentin adezivlerinin, Quartz-Tungsten Halojen lambalar ya da Light Emission Diode gibi görünür ışık yayan cihazlarla polimerizasyonlarının yavaş olması ve işlem sırasında ısı açığa çıkması da tedavinin başarısını olumsuz yönde etkilemektedir (Maddux ve ark. 2002; Baroudi ve ark. 2009).

Casagrande ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmaya herhangi bir sistemik hastalığı bulunmayan, 4-8 yaş aralığındaki 21 hastayı dahil etmişlerdir. Toplam 40

süt azı dişi üzerinde yapılan çalışmada Clearfil SE Bond (n=19) ve Dycal (n=21) materyallerinin etkinliği karşılaştırılmıştır. Uzun dönem takip sonucunda (60 ay), Clearfil SE Bond grubunda %82,4 (14/17), Dycal grubunda ise %73,3 (11/15) başarı elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p=0.514).

#### **2.4.7. Cam İyonomer Siman/Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman (CİS/RMCİS)**

Cam iyonomer simanlar diş hekimliğinin pek çok alanında kullanılan, dental yüzeyle ilgili iyonik bağlanma gösteren materyallerdir. Metal alaşımların, porselen restorasyonların ve ortodontik bantların simantasyonunda yapıştırıcı ajan olarak, vital pulpa tedavilerinde kuafaj materyali olarak ve tedavi bitimlerinde sürekli restorasyon materyali olarak kullanılabilirler.

Cam iyonomer simanlar mine ve dentin gibi kalsifiye dokulara kimyasal olarak bağlanırlar. Biyolojik olarak uyumlu kabul edilebilecek olan cam iyonomer simanlar, florür içerdikleri için de antikaryojenik özelliğe sahiptir. Ancak cam iyonomer simanlar neme hassastır, uygulamaları sırasında su ve tükürükle kontaminasyonları sonucu mekanik özelliklerinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Aşırı kuruluğa karşı da duyarlı olan cam iyonomer simanlar bu şartlar altında uygulandığında çatlak ve yarıklar oluşur, kenar sızıntıları görülebilir (Mickenausch ve ark. 2010).

Geleneksel cam iyonomer simanların formülasyonları değiştirilerek geliştirilen rezin modifiye cam iyonomer simanların en büyük avantajı ışıkla ve kimyasal olarak (dual-cure) polimerize olabilmeleridir. Resin modifiye cam iyonomer simanlar da geleneksel cam iyonomer simanlar gibi florür rezervuarı olarak görev yaparlar ve biyolojik uyumları oldukça iyidir (Köroğlu ve ark. 2012; Sidhu ve Nicholson 2016).

Kotsanos ve Arizos (2011) yaptıkları çalışmada, RMCİS'in hem indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde hem de sınıf II restorasyonlarda kullanımını araştırmışlardır. Takip süresi sonunda 86 dişin yalnızca 3'nde pulpa nekrozu görülmüştür. Çalışma sonucunda, RMCİS materyalinin süt azı dişlerinde, hem indirekt pulpa kuafaj materyali hem de restorasyon materyali olarak kullanımının 2,5 yıl boyunca başarılı bulunduğu bildirilmiştir.

#### **2.4.8. Büyüme faktörleri**

Büyüme faktörleri; insanlarda ve hayvanlarda yara iyileşmesini, doku rejenerasyonunu sağlayan, büyüme gelişimi dengeleyen fizyolojik moleküllerdir. Reseptör bağları, sinyal geçişleri, genlerin aktivasyonu ya da baskılanması gibi faktörler sayesinde yeni hücrelerin proliferasyonu ve ekstrasellüler matriksin salgılanması ile olgun bir tamir dokusu oluşmaktadır (Lianjia ve ark. 1993; Hu ve ark. 1998).

Vital pulpa tedavilerinde, kayıp hücrelerin yenilenmesi için hücre bölünmesini dengelemede sitokinlere, dentin ekstrasellüler matriks proteinlerini oluşturacak genlerin yeniden kodlanmasını sağlayabilmek için de değişim faktörlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu bilgiler araştırmacıları suni büyüme faktörlerini pulpa kuafaj tedavilerinde uygulamaya yöneltmiştir.

#### **Mine Matriks Proteini (Emdogain)**

Emdogain, major komponenti amelogenin maddesi olan biyoaktif bir moleküldür (Ghoddusi ve ark. 2014). Amelogenin, odontogenezis sırasında dental papilladaki odontoblastların farklılaşmasını sağlamak için preameloblastlar tarafından salgılanır. Dentinogenezis esnasında ise pulpanın gelişimi ve maturasyonunda yer alır.

Laurent ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada emdogain jeli ile  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  materyallerinin direkt pulpa kuafaj tedavisindeki etkinliğini değerlendirmişlerdir. Tedaviden 1 ay sonra emdogain jelinin pulpa dokusunda yüzeysel bir dejenerasyonla birlikte iltihabi reaksiyona neden olduğu gözlenmiş, 2. ayın sonunda ise pulpa tamamen dejenere hale gelmiştir.

Yapılan araştırmalar emdogain jelin, propilen glikol aljinat jelde çözülebilirlik göstermesi sonucu sızdırmaz bir kapama sağlayamadığını göstermiştir. MTA ile birlikte kullanıldığında, tek başına MTA kullanımına göre pulpa hücrelerinin odontoblast benzeri hücrelere farklılaşması daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu nedenle tek başına emdogain jel kullanımı önerilmemektedir (Oğlakçı ve ark. 2016).

### **Dentin Matriks Proteini-1 (DMP-1)**

Dentin matriks proteini-1 fosforilize edilmiş dentinin, nonkollajen ekstrasellüler matriksini oluşturan bir proteindir. Dentinogenezis esnasında kök hücrelerin odontoblast benzeri hücelere farklılaşmasını uyarır. Dentinin biyomineralizasyonunda önemli rol oynar. Yapılan bir çalışmada  $\text{Ca(OH)}_2$  ile karşılaştırılmış ve ekspozite pulpa üzerine yerleştirildiğinde daha belirgin dentin köprüsü oluşturduğu bildirilmiştir (Shigetani ve ark. 2015).

### **Değişim büyüme faktörü (TGF- $\beta$ 1) ve İnsülin benzeri büyüme faktör 2 (IGF-2)**

Değişim büyüme faktörü (TGF- $\beta$ 1) ve insülin benzeri büyüme faktör 2 (IGF-2) ise; pulpa hücrelerinin odontojenik farklılaşmalarını uyararak dentin yapımını indükler. Bu özellikleri nedeniyle pulpa kuafaj tedavilerinde kullanılabilecekleri düşünülmüştür. Ancak tüm büyüme faktörlerinin fazla kullanımı aşırı miktarda dentin üretimine sebep olabilmektedir. Ayrıca yüksek maliyetleri ve saklama koşullarının zorluğu nedeniyle rutin pulpa tedavilerinde kullanılamamaktadırlar (Oğlakçı ve ark. 2016).

### **2.4.9. Propolis**

Propolis (arı yapışkanı); çeşitli bitkilerin yaprak, tomurcuk, kabuk ve benzeri kısımlarından işçi arılar (*Apis mellifera L.*) tarafından toplanan, suda erimeyen, oda sıcaklığında yarı katı halde bulunan bir materyaldir. Genel olarak, %50 reçine ve bitkisel balsam, %30 balmumu, %10 esansiyel ve aromatik yağlar, %5 polen ve %5 diğer maddelerden oluşur.

Propolis ve  $\text{Ca(OH)}_2$  materyallerinin karşılaştırıldığı *in vivo* bir çalışmada; Propolis ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi tamamlanan dişlerde herhangi bir enflamasyon, nekroz ve enfeksiyon belirtisi görülmediği bildirilmiştir. Ayrıca uzun süreli takip sonunda kaliteli tübüler dentin yapımının gerçekleştiği de belirtilmiştir (Mohan ve ark. 2016).

### **2.4.10. İloprost**

İloprost pulmoner hipertansiyon tedavisinde kullanılan bir prostasiklin analogudur (Tunçbilek 2008). Yapılan bir çalışmada farelerin azı dişleri deneysel

olarak perfore edilmiş ve bir grup illoprost ile diğer grup ise  $\text{Ca(OH)}_2$  ile tedavi edilmiştir. 30 gün sonunda yapılan histolojik incelemede illoprostun  $\text{Ca(OH)}_2$ 'e oranla daha fazla tersiyer dentin oluşumunu indüklediği bildirilmiştir (Limjeerajarus ve ark. 2014).

#### **2.4.11. Kalsiyum Silikat İçerikli Materyaller**

##### **2.4.11.1. Mineral Trioksit Agregat (MTA)**

İlk olarak Lee, Monsef ve Torabinejad tarafından 1993 yılında tanımlanan Mineral Trioksit Agregat önceleri deneysel amaçlarla kullanılmıştır. 1998 yılında Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi tarafından onaylanmasının ardından geniş çapta kullanım alanı bulmuştur (Eskandarizadeh ve ark. 2011).

MTA materyali %75 tip 1 Portland çimentosu, %20 bizmut oksit ve %5 kalsiyum sülfat dihidrat içerir. Portland çimentosu ise ağırlıkça %55 trikalsiyum silikat, %19 dikalsiyum silikat, %10 trikalsiyum alüminat, %7 tetrakalsiyum alüminoferrit, %2,8 magnezyum oksit, %2,9 sülfat ve %1 serbest kalsiyum oksit içerir. Bizmut oksit yeterli radyoopasiteyi sağlamak için bulunur. İlk olarak gri renkli olarak piyasaya sürülen materyal ön dişlerde renklenmeye sebep olmuş ve yapısından tetrakalsiyum alüminoferrit gibi demir içerikli bileşenler çıkartılıp beyaz renkli olarak piyasaya sürülmüştür (Ferris ve Baumgartner 2004; Tselnik ve ark. 2004; Komabayashi ve ark. 2016). Araştırmacılar yaptıkları incelemelerde gri MTA'nın daha fazla oranda alüminyum oksit, magnezyum oksit ve demir oksit içerdiğini bulmuşlardır. SEM incelemelerinde ise gri MTA'daki mineral kristalleri boyutlarının beyaz MTA'dakinden daha büyük olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu özellikler araştırmacıları, beyaz MTA karışımının daha pürüzsüz olduğu ve klinik olarak daha kolay uygulanabildiği sonucuna ulaştırmıştır (Rao ve ark. 2009; Eskandarizadeh ve ark. 2011).

Eskandarizadeh ve ark. (2011), yaptıkları bir çalışmada  $\text{Ca(OH)}_2$ , beyaz MTA ve gri MTA ile yapılan pulpa kuafaj tedavisi sonucu pulpa yanıtlarını incelemişlerdir. Çalışma sonunda gri ve beyaz MTA'nın benzer özellik gösterdiğini ve  $\text{Ca(OH)}_2$ 'e göre daha iyi dentin köprüsü oluşturduğunu bildirmişlerdir.



MTA'nın toz ve likit karışımı sonrası pH'ı başlangıçta 10,2 olup 3 saat sonra artarak 12,5'e yükselmektedir ve bu pH değeri Ca(OH)<sub>2</sub> ile aynıdır. Bu değer materyale antibakteriyel etkinlik kazandırmaktadır (Queiroz ve ark. 2005; Modena ve ark. 2009; Srinivasan ve ark. 2009). Beyaz renkli MTA'nın antibakteriyel etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, MTA steril su yerine 0,12'lik klorheksidin glukonat ile karıştırılarak etkinliği sekiz mikroorganizma üzerinde test edilmiştir. *A. odontolyticus*, *F. nucleatum*, *S. sanguis*, *E. faecalis*, *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *C. Albicans* suşlarına karşı yapılan testlerde beyaz renkli MTA'nın tüm suşlar üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Stowe ve ark. 2004).

MTA oldukça biyouyumlu, biyoindüktif ve rejeneratif bir materyaldir. Klinikte retrograd dolgu maddesi olarak, kök ve furkasyon perforasyonlarının tamirinde, iatrojenik perforasyonların tamirinde, apeksifikasyon tedavisinde, internal rezorpsiyonda, pulpotomide ve özellikle direkt pulpa kuafaj tedavisinde kullanılabilir (Oğlakçı ve ark. 2016).

Mente ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada MTA ve Ca(OH)<sub>2</sub> materyallerinin direkt pulpa kuafaj tedavilerinde başarı oranlarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada 7-78 yaş aralığındaki hastaların sürekli birinci molar dişleri tedavi edilmiştir. Toplam 170 diş MTA ile tedavi edilirken 59 diş ise Ca(OH)<sub>2</sub> ile tedavi edilmiştir. Çalışma sonunda MTA ile kuafaj tedavileri tamamlanan dişlerde (137/170), Ca(OH)<sub>2</sub> grubuna göre (35/59) daha yüksek başarı oranı elde edilirken, her iki grupta da apse veya fistül oluşumu gözlenmemiştir.

Yüksek maliyeti nedeniyle MTA'ya alternatif olabilecek materyal arayışı halen devam etmektedir. Maliyetin yanı sıra karıştırma güçlüğü, uzun sertleşme süresi, uygulama esnasında dağılması gibi olumsuz özelliklerinin klinik kullanımını kısıtladığı belirtilmektedir (Şen Tunç ve Çetiner 2006; Gökçek ve Hazar Bodrumlu 2016).

#### **2.4.11.2. MTA Benzeri Materyaller**

##### **BioAggregate**

BioAggregate, kalsiyum-silikat-fosfat bazlı, biyouyumlu seramik nanopartiküllerinden oluşan bir materyaldir (Koch ve ark. 2009). Yapılan bir

çalışmada BioAggregate materyalinin pulpa ve periodontal doku hücreleri üzerindeki biyouyumluluğu Pro-Root MTA ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda BioAggregate materyalinin MTA gibi biyouyumlu bir materyal olduğu, pulpa ve periodontal doku hücreleri üzerinde toksik etki göstermediği bildirilmiştir (De-Deus ve ark. 2009).

Yan ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada Bioaggregate'in periodontal ligament (PDL) fibroblastları üzerindeki sitotoksik etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonunda Bioaggregate'in insan PDL fibroblastlarının proliferasyonunu sağlayan bir materyal olabileceği bildirilmiştir.

Bioaggregate'in MTA ile karşılaştırıldığı başka bir sitotoksikite çalışmasında ise, iki materyalin de osteoblastlar üzerinde sitotoksikite göstermediği sonucuna varılmıştır (Bayram ve ark. 2012).

### **Biodentin**

MTA ile benzer kullanım alanlarına sahip olan Biodentin, kalsiyum silikat içerikli bir materyaldir. Dentine benzer mekanik özelliklere sahip olduğu için dentin-pulpa kompleksinin rejenerasyonunu gerektiren tedavilerde tercih edilebilir. Vital pulpa hücrelerinde pozitif etkisi olan bu materyal, tersiyer dentin oluşumunu indüklemekle birlikte vital pulpa ile direkt temasa geçtiğinde reperatif dentin üretimini sağlamaktadır (Chang ve ark. 2014).

Koub ve ark. (2013) yaptıkları klinik bir çalışmada; Biodentin ve MTA materyallerinin direkt pulpa kuafaj tedavilerindeki başarılarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda her iki materyalin de pulpa tarafından tolere edilebildiğini ve kuafaj materyalleri altında dentin köprüleri oluştuğunu, ayrıca MTA'nın Biodentine'e göre kaviteye yerleştirilmesinin daha zor ve zaman alıcı olduğunu bildirilmiştir. Bu nedenle Biodentin'in MTA'nın alternatifi olabileceği belirtilmiştir.

### **Endosequence Kök Tamir Materyali (ERRP)**

Endosequence kök tamir materyali de MTA ile benzer kullanım alanlarına sahiptir. Kalsiyum silikat, monobazik kalsiyum fosfat, zirkonyum oksit, tantalyum oksit, özel doldurucular ve koyulaştırıcı ajanlar içermektedir (Oureshi ve ark. 2014).

Hirschman ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada; Angelus MTA, Endosequence Kök Tamir Materyali (ERRP), Dycal ve Ultra-blend (UBP) [ışıkla sertleşen Ca(OH)<sub>2</sub>]'in sitotoksitelerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda ERRP ve UBP'nin sitotoksik etkileri benzer seviyelerde bulunurken, Dycal materyalinin sitotoksitesi belirgin biçimde daha yüksek bulunmuştur.

#### **2.4.11.3. Rezin Modifiye Kalsiyum Silikat**

Rezin modifiye kalsiyum silikat pulpa kuafaj tedavilerinde kullanılmak üzere tasarlanmış ışıkla sertleşen, radyopak özellikte örtücü bir materyaldir. TheraCal LC olarak piyasaya sürülen materyal yapısında kalsiyum oksit, kalsiyum silikat (tip III Portland çimentosu), stronsiyum, baryum sülfat, baryum zirkonat, Bis-GMA ve polietilen glikol dimetakrilat bulunur. İçeriğindeki kalsiyum silikat ile apatit kristallerinin formasyonunu indükleyebilmektedir. Sertleşmeden sonraki 3. saat ve 3. gün arasında pH 10-11 iken, 7-14. günler arasında pH 8-8,5'e inebilmektedir.

TheraCal LC, vital pulpa tedavilerinde kompozit, amalgam ve diğer materyallerin altına kaide materyali olarak kullanılabilir. Biodentin ve MTA'ya benzer şekilde bakteriyel sızıntıyı önleme, dentin hassasiyetini giderme ve pulpal iyileşmeyi uyarma özelliklerine sahiptir (Colon 2010).

Gandolfi ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada TheraCal LC materyalinin kimyasal ve fiziksel özelliklerini, pulpa kuafaj tedavilerinde referans kabul edilen ProRoot MTA ve Dycal materyalleriyle karşılaştırmışlardır. Çalışmada 28 gün boyunca Ca<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyon salınımı, çözünürlük, 24 saatteki su alımı ve radyoopasite özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonunda TheraCal LC materyalinin test periyodu boyunca ProRoot MTA ve Dycal'dan daha fazla Ca<sup>+</sup> salınımı yaptığı belirtilmiştir. Aynı zamanda TheraCal LC materyalinin çözünürlüğü Dycal ve ProRoot MTA'dan anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Su emiliminin en yüksek ProRoot MTA'da gözlemlendiği belirtilmiştir.

#### **2.4.12. Biyoseramikler**

Biyoseramikler, kök kanal perforasyonlarının tamirinde, kök kanal tedavilerinde kanal patı olarak, retrograt dolgu materyali olarak, apeksifikasyon ve vital pulpa tedavilerinde kullanılmakta olan materyallerdir (Handa ve ark. 2013).

## **Biyoaktif Cam**

İlk kez Larry Hench ve arkadaşları tarafından 1969'da geliştirilen biyoaktif camlar medikal olarak pek çok kullanım alanına sahip biyouyumlu materyallerdir. Tıpta sentetik kemik greft ve koklear implant materyali olarak, kemik doku mühendisliğinde yapı iskelesi olarak, diş hekimliğinde ise; dentin hipersensitivitesinin tedavisinde, mine remineralizasyonunun artırılmasında kullanılmaktadır (Kulan ve Ulukapı 2011; Krishnan ve Lakshmi 2013).

Diş hekimliğinde pek çok alanda kullanım alanı bulmaya başlayan biyoaktif camlar, biyomateryal olarak isimlendiren materyal grubundadır. Biyomateryaller; metallere, seramiklere, polimerlere ve kompozitlere olmak üzere 4 gruba ayrılmakla birlikte, biyoaktif camlar biyoaktif seramikler grubuna dahil olmaktadır. Yüksek biyoaktiviteye sahip biyoaktif camlar hem canlı organizma içinde hem de yapay dış ortamlarda komşu kemik dokularıyla güçlü bağlar oluşturabilmektedir. Biyoaktif camlar yüksek yoğunluğa sahip kortikal kemikle kıyaslandığında düşük kırılma tokluğuna sahip olduğundan, kullanım alanları düşük dayanım gerektiren tıbbi uygulamalarla sınırlı kalmıştır. Biyoaktif camlar, sert dokular (kemik) başta olmak üzere, hastalıklı ve hasarlı dokuların tedavi ve yeniden oluşumunda pek çok alanda kullanılabilir. Bu nedenle belirli klinik uygulamalara uygun özelliklere sahip spesifik camlar üretilmektedir (Kulan ve Ulukapı 2011).

Standart biyoaktif cam seramik formülü, 45S5, genel olarak ağırlıkça %45 silika ( $\text{SiO}_2$ ), %24,5 sodyum ve kalsiyum oksit ( $\text{CaO}$ ) ve %6 fosfat ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) içerir (Hench 1993, Kulan ve Ulukapı 2011, Kaur ve ark. 2013; Krishnan ve Lakshmi 2013). Çoğu güncel araştırma; materyali farklı klinik uygulamalara uygun hale getirebilmek adına iyonları ekleyerek veya çıkartarak 45S5'in yapısını değiştirmeye çalışmaktadır. Biyoaktif cam materyali modifiye edilirken silika bileşeni değiştirilip fosfat bileşeni sabit tutulmaktadır. Materyal üretilirken silika oranının ağırlıkça %60'ın altında tutulması ve  $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$  oranının yüksek tutulması, materyalin yüksek reaktif özellikte bir yüzeye sahip olmasını sağlamaktadır. Ayrıca cam partiküllerinin boyutları nano seviyelere düşürülerek partiküllerin reaktifliğinin artırılması amaçlanmaktadır (Alauddin 2004). Bu sayede materyalin performansının artırılmasının yanı sıra materyale yeni uygulama alanları kazandırılmaktadır. Biyoaktif camların, S53P4 (Bonalive®), 45S5 (Bioglass®), Novamin®, NovaBone®,

Biogran<sup>®</sup>, Perioglass<sup>®</sup> gibi ticari olarak temin edilebilir farklı formları bulunmaktadır (Ali ve ark. 2014).

Biyoaktif camların medikal kullanım için en karakteristik özelliği, yüzeyinin dokular ile bağ oluşumunu sağlayan biyoaktif hidroksikarbonapatit (HCA) tabakasından oluşmasıdır. Bu HCA tabakası sayesinde çevre sert dokuya ve yumuşak dokuya kimyasal olarak bağlanabilirler. Üç boyutlu vasküler yapı oluşumunu desteklemeleri, enzimatik faaliyetler gösterebilmeleri, kemik doku ile organik bağlarla bağlanabilmeleri ve mezenkimal hücrelerin farklılaşmasına yardımcı olmaları gibi önemli özelliklere de sahiptirler (Brunner ve ark. 2009).

Biyoaktif camların kemik dokusundaki hızlı iyileşme süreci ve kemik oluşumunu stimüle etmesi, birçok araştırmacıyı bu materyalin diş sert dokuları üzerindeki etkilerini araştırmaya yönlendirmiştir. Osteokondüktif özellikte olduğu bilinen biyoaktif camların, diş dokularında da mineralizasyonu sağlayabilecekleri düşünülerek, diş hekimliğinde mineralizasyon ajanı olarak kullanılmaları konusunda çalışmalar yapılmıştır (Alauddin 2004; Hench 2006; Hu ve Zhong 2009; Krishnan ve Lakshmi 2013).

Son yıllarda biyoaktif cam materyalinin pulpaya yakın alanlarda kullanımının sert doku oluşumunu stimüle edebileceği düşünülerek pulpa kuafaj materyali olarak kullanımı gündeme gelmiştir (Haghgoo ve Naderi 2007; Haghgoo ve Ahmadvand 2016).

Yapılan bir çalışmada süt dişlerinde direkt pulpa kuafaj materyali olarak etkinliği değerlendirilen biyoaktif cam materyali, Ca(OH)<sub>2</sub> ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda Ca(OH)<sub>2</sub> uygulanan örneklerde daha yüksek oranda enflamasyon gözlemlendiği bildirilmiştir. Ayrıca Ca(OH)<sub>2</sub> ile tedavi edilen dişlerde internal rezorpsiyon ve apse oluşumu gözlenirken, biyoaktif cam ile tedavi edilen dişlerin hiçbirinde internal rezorpsiyon ve apse oluşumu gözlenmemiştir (Haghgoo ve Naderi 2007).

Yapılan bir diğer çalışmada ise, biyoaktif cam materyalinin antibakteriyel etkinliği araştırılmıştır. Biyoaktif camın yüksek oranda iyon salınımı yoluyla lokal pH değerinde değişim sağladığı ve bu nedenle antikaryojenik etki gösterdiği sonucuna varılmıştır (Allan ve ark. 2001).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma *in vivo* ve *in vitro* olmak üzere iki ayrı kısımda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın *in vivo* kısmında farklı materyaller kullanılarak yapılmış indirekt pulpa kuafaj tedavileri klinik ve radyografik olarak takip edilmiş ve başarı oranları karşılaştırılmıştır. *In vitro* kısımda ise farklı indirekt pulpa kuafaj materyallerinin antibakteriyel etkinlikleri ve ortam pH'ında oluşturdukları değişimler incelenmiştir.

#### 3.1. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin *In Vivo* Değerlendirmeleri

Çalışmanın *in vivo* kısmı, Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu'nun 28.09.2016 tarihli ve 2016/009 sayılı onayı ile yürütülmüştür (Ek-A). Çalışmaya dahil olan gönüllü katılımcılara, Etik Kurul'un talebine uygun olarak hazırlanan çalışmanın amacı, içeriği, yöntem ve sorumluluklarını belirten 'Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu' okutularak imzalı onayları alınmıştır (Ek-B).

Çalışmanın *in vivo* değerlendirmelerinde Dycal, Biner LC, TheraCal LC ve Activa Bioactive materyalleri kullanılarak 4 ayrı hasta grubu oluşturulmuştur. İstatistiksel değerlendirmeler için gerekli minimum diş sayısı tüm deney grupları için güç analizi ile belirlenmiştir. Güç analizi için G-Power Paket programı kullanılarak her grupta %80 güçle 40 diş olması gerektiği tespit edilmiştir. Güç değerini optimum (%80) tutarak örneklem sayısını belirlemek, etik açıdan oluşabilecek sakıncaları ortadan kaldırır (Süt 2011). Hasta kaynaklı olabilecek sorunlar göz önüne alınarak her grup için diş sayısı 50 olarak (n=50) belirlenmiştir.

##### 3.1.1. Hasta Seçim Kriterleri

Çalışmaya Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'na tedavi amacıyla başvuran, herhangi bir sistemik hastalığı olmayan ve tedaviyi tamamlayabilecek düzeyde kooperasyon sağlanabilen 4-15 yaş aralığındaki 145 hasta dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilecek hastaların seçiminde aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmuştur.

- Diabet, romatizmal veya konjenital kalp rahatsızlığı ve herhangi sistemik hastalığının bulunmaması
- İmmün bağışıklık sisteminin baskılanmamış olmaması

- Herhangi bir anestezi maddeye veya ilaca karşı alerji öyküsünün bulunmaması
- Hasta kooperasyon düzeyinin Frankl davranış skalasına göre 3 veya 4 skora sahip olması (Frankl 3: Tedaviyi kabul eden, uyumlu, hekimle ilişki kuran ancak ölçülü yaklaşan hastalar. Frankl 4: Hekimle iş birliği içerisinde, tedaviye meraklı ve ortamdaki mutlu olan hastalar.) (Frankl 1962).
- Ebeveynlerin tedavi konusunda hekimle iş birliği içerisinde olması.

### 3.1.2. Diş Seçim Kriterleri

Çalışmaya restore edilebilir düzeyde madde kaybı gözlenen toplam 100 adet süt ikinci azı dişi ve 100 adet sürekli birinci büyük azı dişi dahil edilmiştir. Hastalardan alınan detaylı tıbbi anamnez sonrası yapılan klinik ve radyografik muayenede indirekt pulpa kuafaj tedavisi endikasyonu olan dişler belirlenirken aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmuştur.

- Spontan ağrı olmaması
- Perküsyon hassasiyeti gözlenmemesi
- Patolojik mobilite bulunmaması
- Apse/Fistül varlığı gözlenmemesi
- Radyolojik muayenede lamina dura ve periodontal aralığın normal olarak izlenebilmesi
- Kök çevresinde herhangi bir lezyon oluşumu gözlenmemesi
- İnternal ya da eksternal rezorpsiyon bulgusu (Nadin ve ark. 2003).

### 3.1.3. Çalışmanın *In Vivo* Kısımında Kullanılan Materyaller

Çalışmaya dahil edilmiş olan dişlerin tedavisi 4 farklı indirekt pulpa kuafaj materyali kullanılarak tamamlanmış ve aynı seans bitim restorasyonları yapılmıştır (Tablo 3.1.).

#### Çalışmada Kullanılan İndirekt Pulpa Kuafaj Tedavisi Materyalleri

1. Dycal (Dentsply DeTrey Konstanz, Almanya)
2. Biner LC (Meta BioMed, Chunbung, Kore)
3. TheraCal LC (Bisco Inc, Schaumburg, IL, ABD)
4. Activa Bioactive Base/Liner (Pulpdent, Massachusetts, ABD) (Şekil 3.1-3.2-3.3-3.4.) (Tablo 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan Dycal kuafaj materyali.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan Biner LC kuafaj materyali.



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan TheraCal LC kuafaj materyali.



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan Activa Bioactive Base/Liner kuafaj materyali.



**Tablo 3.1.** Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj tedavisi materyalleri ve kimyasal içerikleri.

Ürün Adı	Sistem	Kimyasal İçerik	Uygulama Prosedürü
<b>Dycal</b> (Dentsply, Almanya)	Self-curing sistem	Baz: 1,3 Bütülen Glikolün Disalisilat Esterleri (<%50), Kalsiyum Tungstat (<%20), Çinko Oksit (<%15) ve diğerleri  Katalizör: Ca(OH) <sub>2</sub> (<%55), Çinko Oksit (<%15), Titanyum Dioksit (<%10) ve diğerleri	Baz ve katalizör bileşenleri 1:1 oranında 10 sn karıştırılarak diş yüzeyine uygulanır. Çalışma süresi 2-3 dk'dır.
<b>Biner LC</b> (Meta Biomed, Kore)	Light-cure sistem	Hidroksi kalsiyum fosfat, UDMA (<%35), baryum alüminyum silikat (<%45)	Materyal en fazla 2 mm kalınlığında olacak şekilde uygulanıp 40 sn boyunca polimerize edilir.
<b>TheraCal LC</b> (Bisco, ABD)	Light-cure sistem	Tip III Portland simanı (<%60), polietilen glikol dimetakrilat (<%50), baryum zirkonat (<%10), rezinle güçlendirilmiş kalsiyum silikat, polimerize olabilen metakrilat monomerleri	En fazla 1 mm kalınlığında olacak şekilde uygulanan materyal 20 sn süre ile polimerize edilir.
<b>Activa Bioactive Base/Liner</b> (Pulpdent, ABD)	Light-cure sistem	Biyoaktif cam partikülleri, diüretan ve diğer metakrilatların modifiye edilmiş poliakrilik asit ile karışımı (<%53,2), amorf silika (<%3), sodyum florid (<%0,9)	Materyale özel automix uçlarıyla karıştırılan baz ve katalizör en fazla 4 mm kalınlığında olacak şekilde uygulanır. 20 sn süre ile polimerize edilir.

### Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyaller

- Kompomer set (Dyract XP, Dentsply, Surrey, İngiltere)
- Kompozit dolgu (Clearfil Majesty Posterior, Kuraray Dental, New York, ABD)
- Akışkan kompozit dolgu (Clearfil Majesty Flow, Kuraray Dental, New York, ABD)
- %37,5'lik fosforik asit jel (Kerr Gel Etchant, Kerr Dental, Oklahoma, ABD)
- Bonding ajanı (Prime&Bond NT, DeTrey, DentsPly, Surrey, İngiltere )
- Bond fırçası (Dentsply De Trey, Konstanz, Almanya)

### 3.1.4. Klinik Uygulamalar

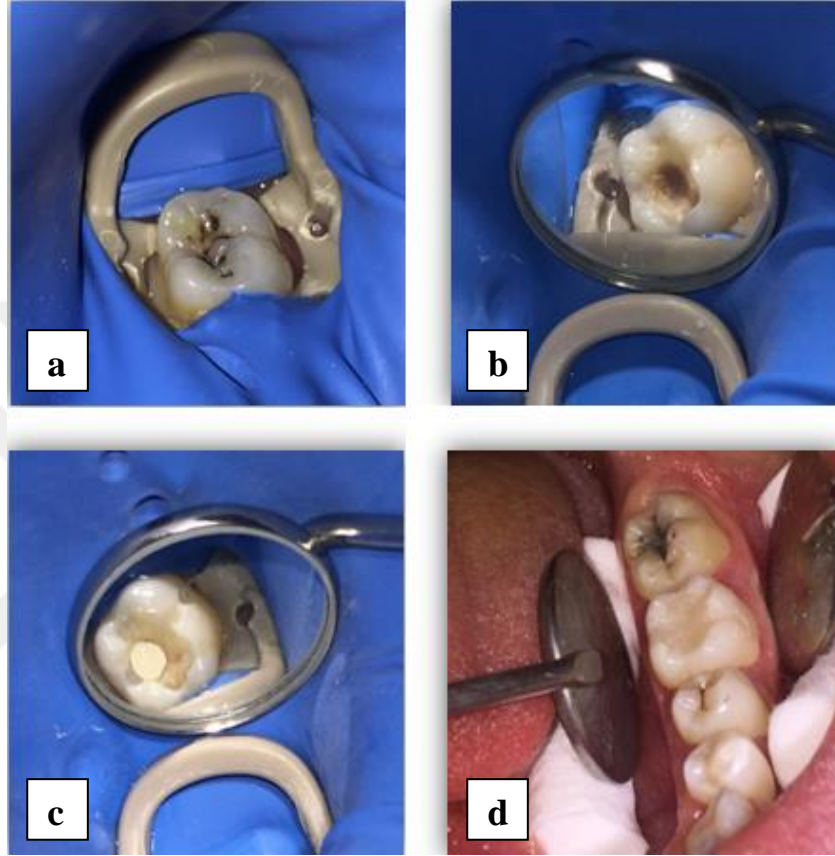
Çalışmaya dahil edilen dişlere yapılacak tedaviler öncesi anestezinin sağlanabilmesi için mandibular dişlere inferior alveoler blok anestezisi, maksiller dişlere lokal infiltratif anestezi (Ultracain, Aventis Pharma, İstanbul, Türkiye) uygulanmıştır. Anestezi enjeksiyonu öncesinde ise ilgili mukozaya kulak çubuğu yardımıyla topikal anestezi sprey (Vemcaine %10 Pump Sprey) uygulanmıştır.

Anestezi etkinliği kontrol edildikten sonra rubber-dam uygulaması (OptiDam, Kerr, Kaliforniya, ABD) ile izolasyon sağlanmıştır. Kavite preparasyon prensiplerine uyularak kaviteler hazırlanmıştır. Kavitelerin hazırlığında aeratör, mikromotor, orta boy yeşil bantlı elmas rond ve fissür frezler ile çürük mine kaldırılıp, kavitenin dış formu verilmiştir. Kavite preparasyonu ve sonraki tüm işlemler boyunca yüksek emiş gücüne sahip tükürük emiciler kullanılmıştır. Çürük dokunun uzaklaştırılması için parsiyel çürük temizleme yöntemi tercih edilmiştir. Angldruva ve 4-6-7 numaralı tungsten karbid rond frezler kullanılarak kavitenin yan duvarlarındaki ve mine-dentin birleşimindeki yumuşak enfekte dentin kaldırılmış, kalan çürük lezyonu indirekt pulpa kuafaj materyali uygulandıktan sonra daimi restorasyon ile restore edilmek üzere bırakılmıştır.

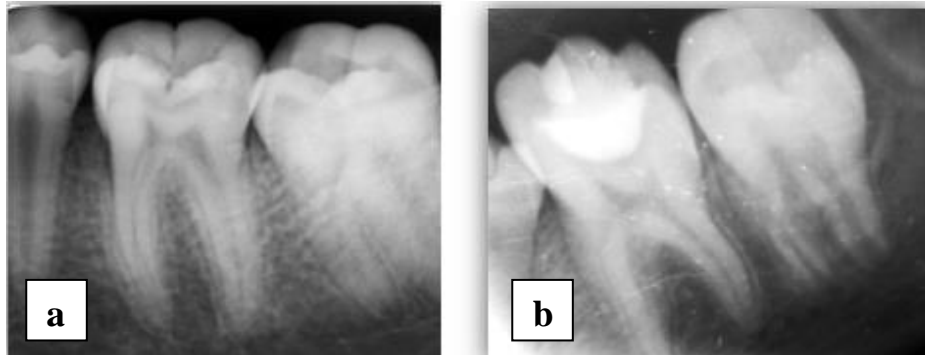
Çürük temizleme ve kavite preparasyonu aşamaları tamamlandıktan sonra %2'lik klorheksidin (CHX) (Klorhex, Drogsan, Ankara, Türkiye) solüsyonu ile kavite dezenfeksiyonu sağlanmıştır. Daha sonra tüm kavite 10 ml steril serum fizyolojik ile basınçsız bir şekilde yıkanmıştır. Kavite orta basınçlı hava kullanılarak esansiyel nemliliği korunacak şekilde kurutulmuş, sonrasında indirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulamalarına geçilmiştir. Dycal, Biner LC, TheraCal LC ve Activa Bioactive kuafaj materyalleri, üreticilerinin önerileri doğrultusunda kavite tabanlarının pulpaya en yakın olan kısımlarına uygulanmıştır.

### 3.1.4.1. Dycal Uygulamaları

Dycal indirekt pulpa kuafaj materyalinin baz ve katalizör bileşenleri, bir karıştırma kâğıdı üzerinde 1:1 oranında 10 sn karıştırılmış, siman fulvarı kullanılarak kavite tabanına yerleştirilmiştir. Sertleşmesi için ise 1-3 dk beklenmiştir (Şekil 3.5-3.6).



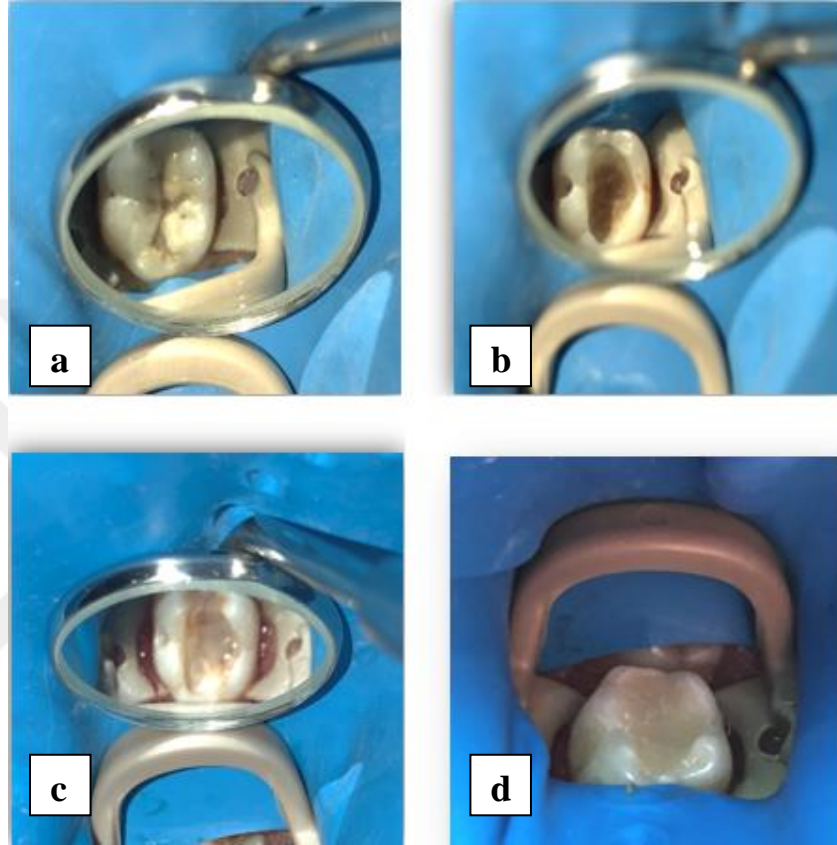
Şekil 3.5. Dycal materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin klinik görüntüleri. **a.** Başlangıç klinik görüntü. **b.** Parsiyel çürük temizleme işlemi sonrası klinik görüntü. **c.** Dycal materyali uygulaması sonrası klinik görüntü. **d.** Bitim restorasyonu sonrası klinik görüntü.



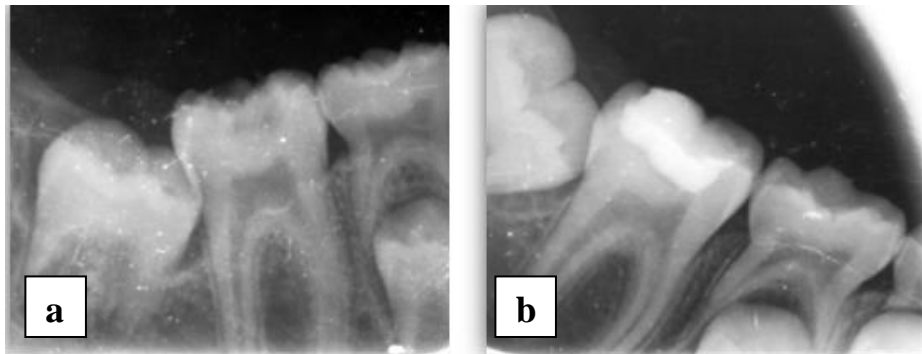
Şekil 3.6. Dycal materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin radyografik görüntüleri. **a.** Başlangıç radyografik görüntü. **b.** Tedavi sonrası radyografik görüntü.

### 3.1.4.2. Biner LC Uygulamaları

Akışkan formda 2 gramlık tüpte hazır olarak bulunan Biner LC indirekt pulpa kuafaj materyali ise, tüpüyle uyumlu tek kullanımlık enjeksiyon uçları ile kavite tabanına uygulanmıştır. Maksimum 2 mm. kalınlığında olacak şekilde uygulanan materyal, 40 sn. süre ile polimerize edilmiştir (Şekil 3.7-3.8).



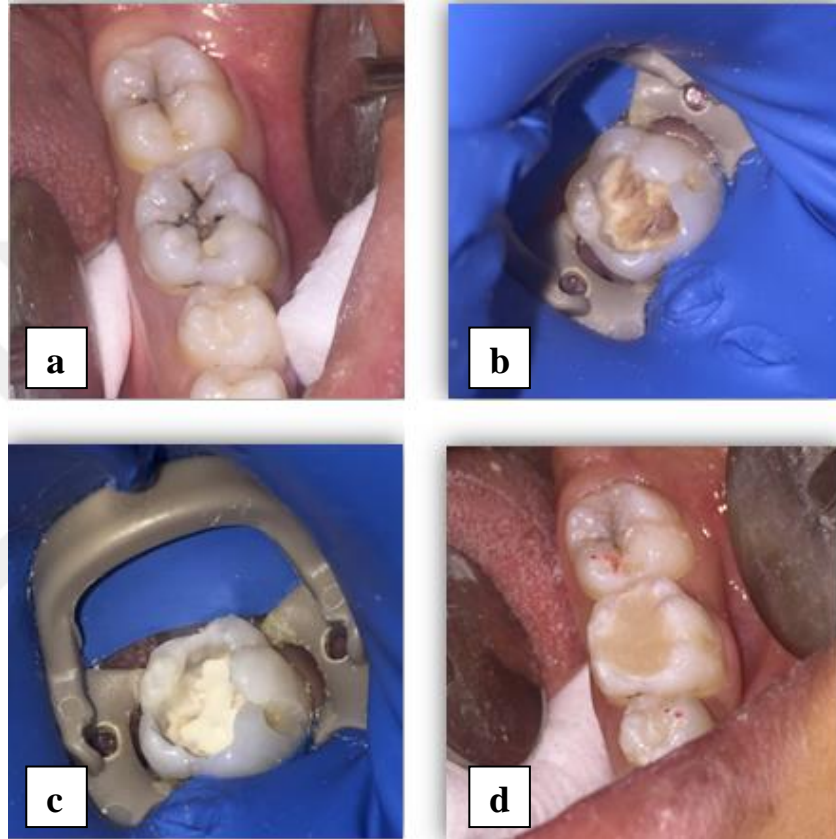
**Şekil 3.7.** Biner LC materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 46 nolu dişin klinik görüntüleri. **a.** Başlangıç klinik görüntü. **b.** Parsiyel çürük temizleme işlemi sonrası klinik görüntü. **c.** Biner LC materyali uygulaması sonrası klinik görüntü. **d.** Bitim restorasyonu sonrası klinik görüntü.



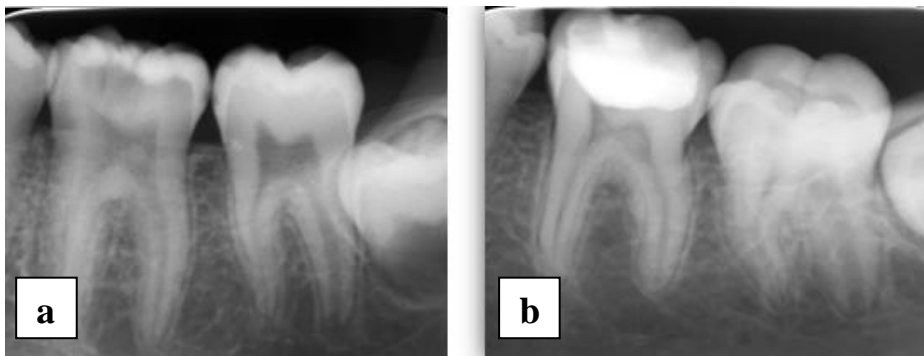
**Şekil 3.8.** Biner LC materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 46 nolu dişin radyografik görüntüleri. **a.** Başlangıç radyografik görüntü. **b.** Tedavi sonrası radyografik görüntü.

### 3.1.4.3. TheraCal LC Uygulamaları

Akışkan bir forma sahip TheraCal LC indirekt pulpa kuafaj materyali, tüpüyle uyumlu 22 gauge'lik tek kullanımlık enjeksiyon uçları ile maksimum 1 mm kalınlığında olacak şekilde kavite tabanına uygulanmıştır. 20 sn polimerize edildikten sonra, yeterli kalınlığa ulaşana dek 1 mm'lik uygulamalar tekrarlanmıştır (Şekil 3.9-3.10).



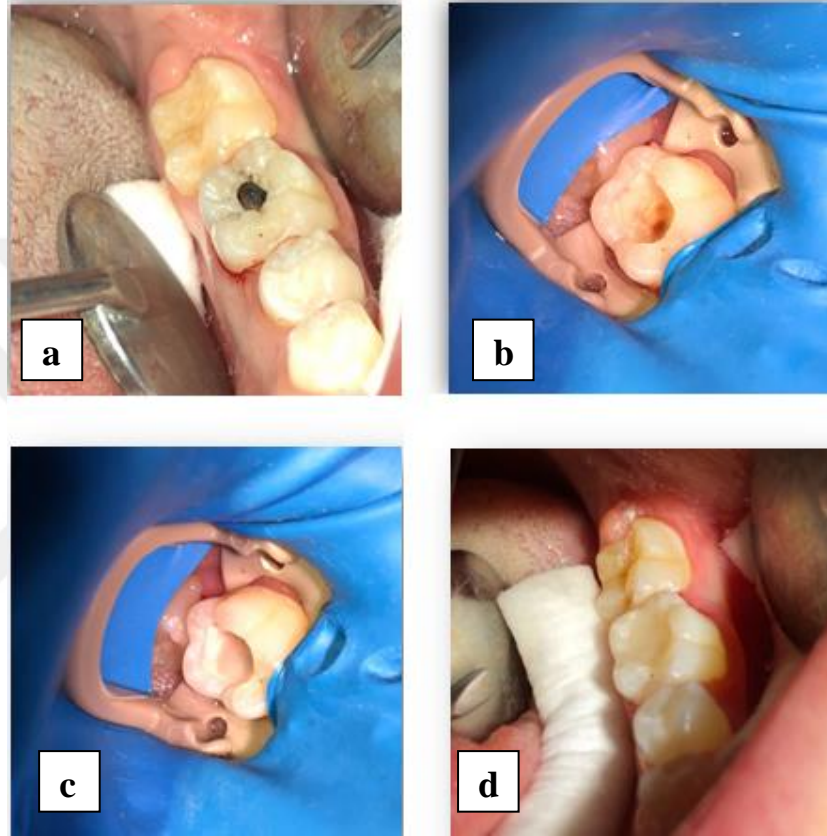
**Şekil 3.9.** TheraCal LC materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin klinik görüntüleri. **a.** Başlangıç klinik görüntü. **b.** Parsiyel çürük temizleme işlemi sonrası klinik görüntü. **c.** TheraCal LC materyali uygulaması sonrası klinik görüntü. **d.** Bitim restorasyonu sonrası klinik görüntü.



**Şekil 3.10.** TheraCal LC materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin radyografik görüntüleri. **a.** Başlangıç radyografik görüntü. **b.** Tedavi sonrası radyografik görüntü.

### 3.1.4.4. Activa Bioactive Uygulamaları

Activa Bioactive indirekt pulpa kuafaj materyali, 20 gauge'lik automix enjeksiyon uçlarıyla birlikte paketlenmiş 2 komponentten oluşan bir materyaldir. Tek kullanımlık automix uç yardımıyla 1:1 oranında karıştırılıp gelen materyal kavite tabanına en fazla 4 mm olacak şekilde uygulanıp, 20 sn süre ile polimerize edilmiştir (Şekil 3.11-3.12).



**Şekil 3.11.** Activa Bioactive materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin klinik görüntüleri. **a.** Başlangıç klinik görüntü. **b.** Parsiyel çürük temizleme işlemi sonrası klinik görüntü. **c.** Activa Bioactive materyali uygulaması sonrası klinik görüntü. **d.** Bitim restorasyonu sonrası klinik görüntü.



**Şekil 3.12.** Activa Bioactive materyali ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan 36 nolu dişin radyografik görüntüleri. **a.** Başlangıç radyografik görüntü. **b.** Tedavi sonrası radyografik görüntü.

### 3.1.4.5. Kompomer Restorasyonlar

İndirekt pulpa kuafaj tedavileri yapılan süt ikinci azı dişlerinin bitim restorasyonları kompomer rezin ile tamamlanmıştır. Üretici firma önerilerine göre, yeterli miktarda bonding ajanı tek tabaka halinde 20 sn. boyunca kavite duvarlarına uygulanmıştır. Bonding ajanı hava spreyi ile hafifçe dağıtıldıktan sonra polimerizasyon cihazı (Lumion, Planmeca, Helsinki, Finlandiya) kullanılarak 20 sn. süre ile polimerize edilmiştir. Daha sonra tabakalama tekniği kullanılarak kompomer dolgu kaviteye yerleştirilmiş ve her tabakası ayrı ayrı polimerize edilmiştir. Restorasyon sonrası artikülasyon kağıtları ile yükseklik kontrolü yapılmış, sarı bantlı elmas frezler ve cila lastikleri ile restorasyon tamamlanmıştır.

### 3.1.4.6. Kompozit Restorasyonlar

İndirekt pulpa kuafaj tedavileri yapılan sürekli birinci büyük azı dişlerinin bitim restorasyonları, direkt kompozit rezin kullanılarak tamamlanmıştır. Tabakalama tekniği kullanılarak restorasyon materyali 2 mm'lik tabakalar halinde uygulanıp, her tabaka ayrı ayrı polimerizasyon cihazı (Lumion, Planmeca, Helsinki, Finlandiya) ile polimerize edilmiştir. Artikülasyon kağıtları ile restorasyonların yükseklik kontrolleri yapılmış, gerekli görülen yerler sarı bantlı elmas frezler ve cila lastikleri ile restorasyon tamamlanmıştır.

Tedavileri tamamlanan dişlerin 1, 3, 6, 9 ve 12. aylarda klinik ve radyografik olarak kontrolleri yapılarak takip edilmiştir. Radyografik değerlendirmelerde, tüm kontrol zamanlarında alınan periapikal radyografiler incelenmiştir. Çalışmanın *in vivo* kısmında yapılan tüm tedaviler çalışmanın standardizasyonunun sağlanabilmesi için tek bir hekim tarafından yapılmıştır.

### 3.1.5. Çalışmada Kullanılan Başarı Değerlendirme Kriterleri

Tedavileri tamamlanan dişler 1, 3, 6, 9 ve 12. aylarda iki ayrı araştırmacı tarafından klinik ve radyografik olarak değerlendirilmiştir. Klinik değerlendirme kriterleri olarak;

- Spontan ağrı
- Perküsyon hassasiyeti
- Patolojik mobilite
- Apse
- Fistül bulguları incelenmiştir.

Bu kriterler ışığında uzun süreli spontan gece ağrıları, lezyon-şişlik varlığı, patolojik mobilite, vitalite testlerine negatif yanıt, apse veya fistül oluşumu gibi bulgulardan birini veya daha fazlasını gösteren dişler başarısız kabul edilmiştir.

Radyografik değerlendirme kriterleri olarak;

- Periapikal radyolusensi
- İnternal veya eksternal rezorpsiyon
- Genişlemiş-kesintili lamina dura
- Furkal radyolusensi bulguları incelenmiştir.

Bu kriterler ışığında periapikal radyolusensi, internal veya eksternal rezorpsiyon, genişlemiş-kesintili lamina dura, furkal radyolusensi bulgularından birini veya daha fazlasını gösteren dişler başarısız kabul edilmiştir.

Klinik değerlendirmelere restorasyonların uzun süreli başarı kriterleri de dahil edilmiş, restorasyonlar 12 aylık kontrol sürelerinin sonunda modifiye edilmiş United States Public Health Service (modifiye USPHS) sağ kalım kriterlerine göre değerlendirilip kaydedilmiştir (Tablo 3.2) (Cvar ve Ryge 2005).



**Tablo 3.2.** Klinik değerlendirmede kullanılan Modifiye USPHS restorasyon sağ kalım kriterleri.

<b>Modifiye USPHS Kriterleri</b>	
<b>Postoperatif Hassasiyet</b>	<b>A</b> Duyarlılık yok
	<b>B</b> Hafif fakat dayanılabilir duyarlılık var
	<b>C</b> Duyarlılık var
<b>Marjinal Adaptasyon</b>	<b>A</b> Restorasyon sınırlarında sondla hissedilen veya gözle görülebilen bir aralanma yok
	<b>B</b> Restorasyon sınırlarında sondla hissedilen veya gözle görülebilen bir aralanma var
	<b>C</b> Restorasyon sınırlarında dentin dokusunu içeren açıklık var
<b>Anatomik Form</b>	<b>A</b> Restorasyon sınırları dişin anatomik formuna uygun
	<b>B</b> Restorasyon sınırları dişin anatomik formuna uygun değil fakat dentin dokusu açığa çıkmamış
	<b>C</b> Dentin dokusunun açığa çıktığı anatomik form kaybı
<b>Sekonder Çürük Oluşumu</b>	<b>A</b> Restorasyon sınırlarında herhangi bir çürük oluşumu gözlenmiyor
	<b>C</b> Restorasyon sınırlarında çürük gözleniyor
<b>Yüzey Görünümü</b>	<b>A</b> Sondla muayene edildiğinde restorasyon yüzeyi ile çevre mine dokusu aynı özelliklere sahip
	<b>B</b> Restorasyon yüzeyi mine dokusuna göre daha pürüzlü
	<b>C</b> Restorasyon yüzeyi tamamen bozulmaya uğramış

## 3.2. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin *In Vitro* Değerlendirmeleri

Çalışmanın *in vitro* kısmında indirekt pulpa kuafaj materyali olarak kullanılan Biner LC, TheraCal LC ve Activa Bioactive materyalleri ile 3 ayrı deney grubu oluşturulmuştur. Materyallerin antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesi ve ortamda oluşturdukları pH değişimlerinin incelenmesi amacıyla örnekler hazırlanarak *in vitro* deneyler gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.1. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin Antibakteriyel Etkinliklerinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj materyallerinin antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesi için uygulanan testler Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir.

Antibakteriyel etkinliğin değerlendirilmesi için kullanılacak örneklerin hazırlanmasında 8 mm çap ve 2 mm yüksekliğe sahip polivinil klorür (PVC) kalıplarından yararlanılmıştır. Steril iki siman camı yardımıyla yerleştirilen materyaller, her iki yüzden de kendi sürelerine uygun olarak polimerize edilerek disk şeklinde numuneler elde edilmiştir. Antibakteriyel etkinliğin değerlendirilmesi için her gruptan 5'er adet (n=5) olmak üzere toplam 15 adet hazırlanmıştır.

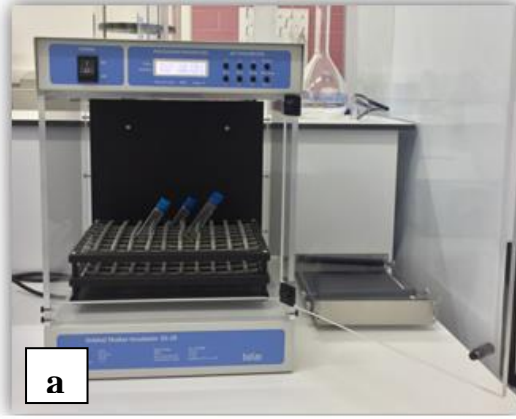
Materyallerin antibakteriyel etkinlikleri aköz süspansiyon yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, American Type Culture Collection (ATCC) kayıtlı standart suşlardan *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (*S. aureus*) ve *Escherichia coli* ATCC 25922 (*E.coli*) kullanılmıştır. *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* stok kültürleri, Tryptik Soy Broth (TSB; Lab M, Bury, İngiltere) solüsyonu içine aktarılıp 37°C'de inkübe edilmiştir. Bir gece bekletilen kültürler 5°C'de 10 dakika boyunca 3.600 g'de santrifüje edilmiştir (Hetch, Tuttlingen, Almanya). Daha sonrasında iki kez yıkanan kültürler Sorensen'in fosfat bileşeni (SPB, 0,3 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, pH 6,8) içinde yeniden süspansiyon edilmiştir. Süspansiyonların hücre yoğunluğu yaklaşık 1,5x10<sup>8</sup>cfu/mL'yi olacak şekilde McFarland Turbidity Standart 0,5 bakteriyel süspansiyonları eklenmiştir. Süspansiyonlar yaklaşık 1,5 x 10<sup>5</sup> cfu/mL'lik bir çalışma konsantrasyonu elde etmek için SPB'de daha da seyreltilmiştir.

Antibakteriyel etkinlik, ASTM E2149-13a standardına uygun olarak dinamik temas koşulları altında nicel olarak değerlendirilmiştir (ASTM 2013). Sonuç olarak her materyal tipinden UV muamelesiyle sterilize edilen 5 örnek disk, 1 mL bakteri süspansiyonu içeren tüplere eklenmiştir. Daha sonra tüpler bir orbital çalkalayıcı (Biosan, Riva, Litvanya) yardımıyla 220 rpm hızda 90 dk. boyunca çalkalanmıştır (Şekil 3.13). Süspansiyonlardaki canlı bakteri sayıları plaka sayım tekniği ile belirlenmiştir. Süspansiyonlar ve  $10^{-3}$  dilüsyonları Nutrient Agar (NA, Lab M) üzerine döşenmiş ve aşılınmış plakalar  $37^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat boyunca inkübe edilmiştir. Elde edilen koloniler sayılmış ve mikroorganizma sayımları cfu/mL olarak hesaplanmıştır.

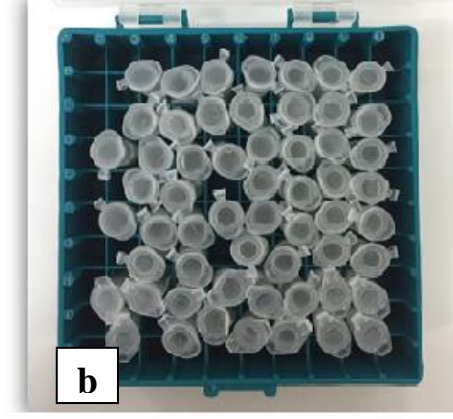
Yüzdesel azalma (R) değeri olarak ifade edilen örneklerin antimikrobiyal aktivitesi aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır:

$$R = (B-A)/B \times 100$$

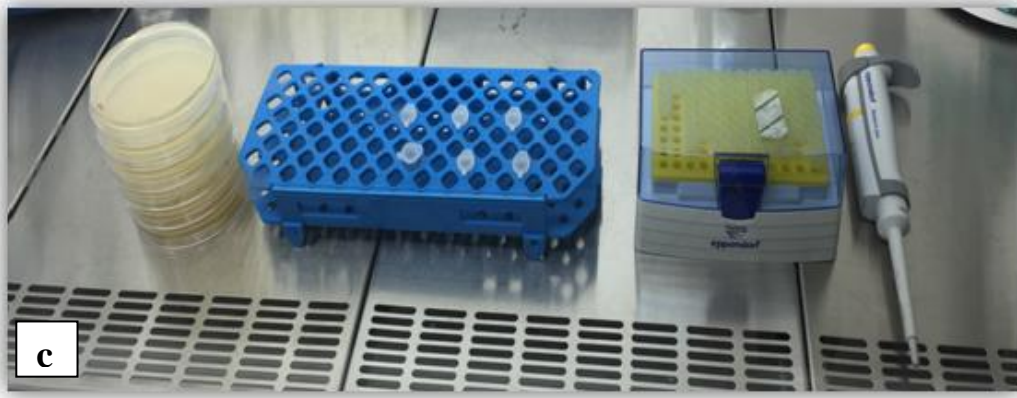
Bu denklemde B değeri başlangıç zamanını gösterirken, A ise 90 dakikalık temas sonrasını ifade etmektedir.



**a**



**b**



**c**

**Şekil 3.13.** Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj materyallerinin antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesi. **a.** Orbital çalkalayıcı. **b.** *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* standart suşları. **c.** Bakteri sayımı için hazırlanmış örneklerin görüntüsü.

### 3.2.2. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin Ortamda Oluşturdukları pH Değişimlerinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj materyallerinin ortamda oluşturdukları pH değişimlerini incelenmesi için pH ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.14).

Ortamdaki pH değişimlerinin ölçülmesi için kullanılacak örneklerin hazırlanmasında 8 mm çap ve 2 mm yüksekliğe sahip polivinil klorür (PVC) kalıplarından yararlanılmıştır. Steril iki siman camı yardımıyla yerleştirilen materyaller, her iki yüzden de üretici firmaların önerilerine uygun olarak polimerize edilerek disk şeklinde numuneler elde edilmiştir. Materyallerin ortamda oluşturdukları pH değişimlerinin ölçülmesi için her gruptan 5'er adet (n=5) olmak üzere toplam 15 adet hazırlanmıştır.

Hazırlanan disk şeklindeki örnekler, kondisyonlama banyosu içerisine alınmış, sıcaklık değişimi 23-25°Cde kararlı olduğu gözlenene kadar beklenmiştir. Saf su ile yıkanıp yeterince temizlenen elektrod, kondisyonlama banyosunda gerekli sıcaklığa ulaşmış disklerin içerisine daldırılmıştır. Elektrod küçük dairesel hareketlerle çevrilmiş, göstergede kararlı değer gözleninceye kadar (minimum 30 sn.) beklenmiştir. Kararlı değer gözlendiğinde okunan değer kaydedilmiştir.

Bu işlem 1, 2, 8, 24, 48 ve 168. saatlerde tekrarlanmış ve gözlenen değerler kaydedilmiştir.



Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan pH ölçüm cihazı.

### 3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmanın *in vivo* ve *in vitro* kısımlarına ait veriler MS Office Excel programı kullanılarak düzenlenmiştir. Verilerin analizi için SPSS 19.0 paket programından (IBM SPSS, Şikago, ABD) yararlanılmıştır.

*In vivo* incelemeler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel analizlerin (ortalama, standart sapma) yanı sıra nitel verilerin karşılaştırmalarında Ki-kare ve Fisher gerçeklik testi kullanılmıştır. Farklı değerlendiriciler arasındaki uyumun tespit edilmesi için Kappa uyum katsayısı hesaplanmıştır. Sayısal değişkenlerin karşılaştırılmasında iki grup için Mann-Whitney U analizi uygulanmıştır. Çalışmanın tamamında tip-I hata değeri %5 alınarak  $p < 0,05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

*In vitro* antibakteriyel etkinlik ve ortam pH değişim testleri sonucunda elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistiksel analizleri (ortalama, standart sapma) yapılmıştır. Gruplar arası farklılıkların değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin *İn Vivo* Değerlendirmelerinden Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın *in vivo* kısmında yaşları 4-15 aralığında değişen; 145 hastanın 200 azı dişine 4 farklı materyal ile indirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulanmıştır. Gruplardaki diş sayısı (n=50) olarak belirlenmiştir. Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş, cinsiyet ve dişlenme dönemlerine göre dağılımları Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş, cinsiyet ve dişlenme dönemlerine göre dağılımları.

	Hasta Sayısı		
		N (%)	
Yaş	4	3 (2,1)	
	5	9 (6,2)	
	6	9 (6,2)	
	7	16 (11)	
	8	29 (20)	
	9	20 (13,8)	
	10	21 (14,5)	
	11	12 (8,3)	
	12	6 (4,1)	
	13	8 (5,5)	
	14	4 (2,8)	
	15	8 (5,5)	
	Cinsiyet	Kız	84 (57,9)
		Erkek	61 (42,1)
	Dişlenme Dönemi	Süt Dişlenme	12 (8,3)
Karışık Dişlenme		113 (77,9)	
Sürekli Dişlenme		20 (13,8)	
Toplam Hasta Sayısı		145 (100)	

Hastaların yaş dağılımları incelendiğinde en düşük oranın %2,1 ile 4 yaş, en yüksek oranın ise %20 ile 8 yaş grubunda olduğu görülmüştür. Çalışmaya dahil edilen hastaların cinsiyet dağılımları incelendiğinde %42,1'inin erkek, %57,9'unun kız olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen hastalar dişlenme dönemlerine göre incelendiğinde %8,3'ünün süt dişlenme, %77,9'unun karışık dişlenme, %13,8'inin ise sürekli dişlenme döneminde olduğu görülmüştür.

Tüm çalışma gruplarında eşit sayıda süt ve sürekli dişe indirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulanmıştır. Çalışmaya dahil edilen dişler lokalizasyonlarına göre incelendiğinde %59'unun alt çenede, %41'inin üst çenede olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2.** Çalışmaya dahil edilen dişlerin materyal gruplarına göre diş tipi ve lokalizasyon dağılımları.

		<b>Dycal</b>	<b>Biner LC</b>	<b>TheraCal LC</b>	<b>Activa Bioactive</b>	<b>Toplam Diş Sayısı</b>
		<i>n (%)</i>	<i>n (%)</i>	<i>n (%)</i>	<i>n (%)</i>	<i>n (%)</i>
<b>Diş Tipi</b>	<i>Süt İkinci Azı</i>	25 (50)	25 (50)	25 (50)	25 (50)	100 (50)
	<i>Sürekli Birinci Azı</i>	25 (50)	25 (50)	25 (50)	25 (50)	100 (50)
<b>Lokalizasyon</b>	<i>Üst Çene</i>	24 (48)	21 (42)	20 (40)	18 (36)	83 (41,5)
	<i>Alt Çene</i>	26 (52)	29 (58)	30 (60)	32 (64)	117 (58,5)
<b>Toplam Diş Sayısı</b>		50 (100)	50 (100)	50 (100)	50 (100)	200 (100)



Çalışmada kullanılan materyallerin ortalama takip süreleri karşılaştırıldığında materyal grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0,744$ ) (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3.** Çalışmada kullanılan materyallerin ortalama takip süreleri.

	Takip Süresi		$p^*$
	Ortalama±St. Hata		
Materyal	Dycal	352,8000±5,03895	0,744
	Biner LC	340,2000±10,05491	
	TheraCal LC	347,4000±7,27764	
	Activa Bioactive	347,4000±8,91140	

\*: Anova testi uygulanmıştır.

Farklı takip sürelerinde iki ayrı araştırmacı tarafından yapılan klinik ve radyografik değerlendirmelerde, değerlendiriciler arası tutarlılık ve tekrarlanabilirliğin belirlenmesi için Kappa uyum analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda tüm aylar için klinik değerlendirmelerde Kappa uyum oranı 1,000 olarak bulunmuştur (Tablo 4.4). Radyografik değerlendirmede ise 1., 3. ve 6. aylarda Kappa uyum oranı 1,000; 9. ve 12. aylarda ise iki dişte oluşan değerlendirme farklılıklarından dolayı Kappa uyum oranı 0,985 olarak bulunmuştur (Tablo 4.5). Genel olarak iki araştırmacının klinik ve radyografik değerlendirmelerinin uyumlu olduğu bulunmuştur.

**Tablo 4.4.** Araştırmacılar arası klinik başarı oranı Kappa uyum analizi değerleri.

Klinik Başarı	Aynı		Farklı	Toplam	Kappa Uyum Oranı
	Başarılı	Başarısız			
1. Ay	200	0	0	200	1,000
3. Ay	198	0	0	198	1,000
6. Ay	194	1	0	195	1,000
9. Ay	186	3	0	189	1,000
12. Ay	186	3	0	189	1,000

**Tablo 4.5.** Araştırmacılar arası radyografik başarı oranı Kappa uyum analizi değerleri.

Radyografik Başarı	Aynı		Farklı	Toplam	Kappa Uyum Oranı
	Başarılı	Başarısız			
1. Ay	200	0	0	200	1,000
3. Ay	198	0	0	198	1,000
6. Ay	194	1	0	195	1,000
9. Ay	186	3	2	189	0,985
12. Ay	186	3	2	189	0,985

İndirekt pulpa kuafaj tedavilerinin 12 ay boyunca gözlenen klinik ve radyografik başarı oranları ile yaş, cinsiyet, diş tipi, lokalizasyon ve dişlenme dönemi arasındaki ilişki Ki kare ve Fisher's Exact testleri ile değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda klinik ve radyografik başarı oranları ile yaş, cinsiyet, diş tipi, lokalizasyon ve dişlenme dönemi değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür (Tablo 4.6-4.7).

**Tablo 4.6.** Takip süresi sonundaki klinik başarı oranlarının yaş, cinsiyet, diş tipi, lokalizasyon ve dişlenme dönemine göre değerlendirilmesi.

	Klinik Başarı (12 ay boyunca)		<i>p</i> *	
	n (%)			
	<i>Başarılı</i>	<i>Başarısız</i>		
<b>Yaş</b>	<b>4</b>	3 (1,5)	0	0,594
	<b>5</b>	10 (5,0)	0	
	<b>6</b>	14 (7,0)	0	
	<b>7</b>	22 (11)	2 (1)	
	<b>8</b>	37 (18,5)	1 (0,5)	
	<b>9</b>	30 (15,0)	0	
	<b>10</b>	29 (14,5)	0	
	<b>11</b>	13 (6,5)	0	
	<b>12</b>	8 (4)	0	
	<b>13</b>	7 (3,5)	0	
	<b>14</b>	4 (2)	0	
<b>15</b>	9 (4,5)	0		
<b>Cinsiyet</b>	<i>Kız</i>	102 (51)	2 (1)	0,683
	<i>Erkek</i>	84 (42)	1 (0,5)	
<b>Diş Tipi</b>	<i>Süt İkinci Azı</i>	92 (46)	2 (1)	0,554
	<i>Sürekli Birinci Azı</i>	94 (47)	1(0,5)	
<b>Lokalizasyon</b>	<i>Üst Çene</i>	77 (38,5)	1 (0,5)	0,778
	<i>Alt Çene</i>	109 (54,5)	2 (1)	
<b>Dişlenme Dönemi</b>	<i>Süt Dişlenme</i>	14 (7)	0	0,707
	<i>Karışık Dişlenme</i>	153 (76,5)	3 (1,5)	
	<i>Sürekli Dişlenme</i>	19 (9,5)	0	

\*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

**Tablo 4.7.** Takip süresi sonundaki radyografik başarı oranlarının yaş, cinsiyet, diş tipi, lokalizasyon ve dişlenme dönemine göre değerlendirilmesi.

	Radyografik Başarı (12 ay boyunca)		<i>p</i> *	
	n (%)			
	<i>Başarılı</i>	<i>Başarısız</i>		
<b>Yaş</b>	<b>4</b>	3 (1,5)	0	0,848
	<b>5</b>	10 (5)	0	
	<b>6</b>	14 (7)	0	
	<b>7</b>	22 (11)	2 (1)	
	<b>8</b>	37 (18,5)	1 (0,5)	
	<b>9</b>	30 (15)	0	
	<b>10</b>	29 (14,5)	0	
	<b>11</b>	13 (6,5)	0	
	<b>12</b>	8 (4)	0	
	<b>13</b>	7 (3,5)	0	
	<b>14</b>	4 (2)	0	
	<b>15</b>	9 (4,5)	0	
<b>Cinsiyet</b>	<i>Kız</i>	102 (51)	2 (1)	0,683
	<i>Erkek</i>	84 (42)	1 (0,5)	
<b>Diş Tipi</b>	<i>Süt İkinci Azı</i>	92 (46)	2 (1)	0,554
	<i>Sürekli Birinci Azı</i>	94 (47)	1(0,5)	
<b>Lokalizasyon</b>	<i>Üst Çene</i>	77 (38,5)	1 (0,5)	0,778
	<i>Alt Çene</i>	109 (54,5)	2 (1)	
<b>Dişlenme Dönemi</b>	<i>Süt Dişlenme</i>	14 (7)	0	0,693
	<i>Karışık Dişlenme</i>	153 (76,5)	3 (1,5)	
	<i>Sürekli Dişlenme</i>	19 (9,5)	0	

\*: Crosstab Ki-kare analizi uygulanmıştır.

12 aylık takip süresi içerisinde tüm materyal grupları için gözlenen başarısızlıkların nedenleri incelendiğinde, en fazla başarısızlığın spontan ağrı nedeniyle olduğu gözlenmiştir.

Yapılan klinik değerlendirmelerde, 6. ayda Activa Bioactive materyali kullanılarak tedavi edilmiş 1 sürekli azı dışında spontan ağrı ve fistül oluşumu birlikte gözlenmiştir. Aynı dişin radyografik değerlendirmesinde ise, periapikal radyolusensi ve genişlemiş lamina dura görüntüsü tespit edilmiştir. Diş hem klinik hem radyografik olarak başarısız kabul edilerek aynı seans kök kanal tedavisi uygulanmıştır. 9.ayda Activa Bioactive materyali kullanılarak tedavi edilmiş 1 süt azı dışında spontan ağrı tespit edilmiş ve diş klinik olarak başarısız kabul edilmiştir.

9. ayda Dycal materyali kullanılarak tedavi edilmiş 1 süt azı dışında spontan ağrı ve perküsyon hassasiyeti birlikte görülmüştür. Aynı dişin radyografik değerlendirmesinde başlangıç aşamasında eksternal kök rezorpsiyonu tespit edilmiş olup, hem klinik hem radyografik olarak başarısız kabul edilmiştir.

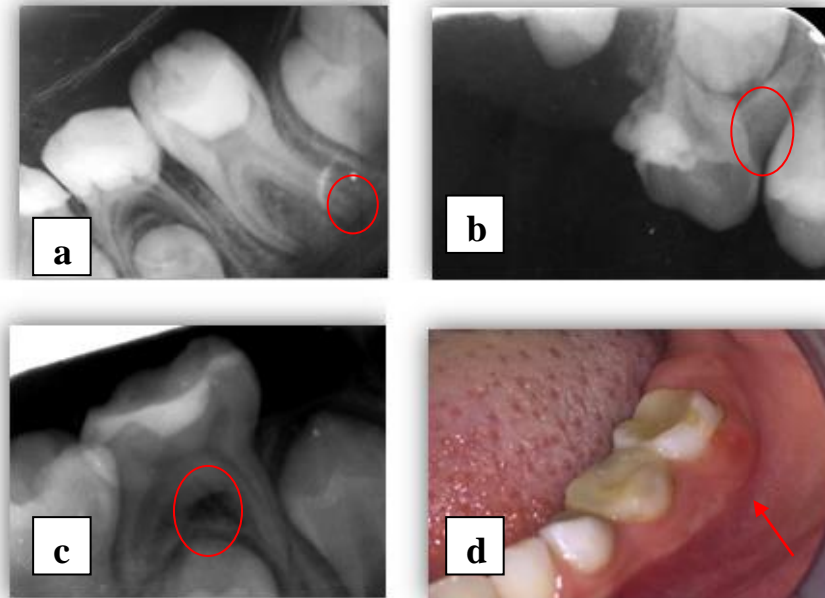
9. ayda yapılan radyografik takiplerde TheraCal LC materyali kullanılarak tedavi edilmiş 1 süt azı dışında furkal radyolusensi tespit edilmiş ve diş radyografik olarak başarısız kabul edilmiştir (Tablo 4.8) (Şekil 4.1).

Takip edilen hastaların tüm takip sürelerindeki başarı-başarısızlık durumları Tablo 4.9'da verilmiştir.

**Tablo 4.8.** Çalışma gruplarının 12 ay sonunda başarısızlık sebepleri dağılımı.

Başarısızlık Nedenleri	Dycal	Biner LC	TheraCal LC	Activa Bioactive	Toplam
Spontan Ağrı	1	0	0	2	3
Perküsyon Hassasiyeti	1	0	0	0	1
Patolojik Mobilite	0	0	0	0	0
Apse	0	0	0	0	0
Fistül	0	0	0	1	1
Periapikal Radyolusensi	0	0	0	1	1
İnternal/Eksternal Rezorpsiyon	1	0	0	0	1
Genişlemiş/Kesintili Lamina Dura	0	0	0	1	1
Furkal Radyolusensi	0	0	1	1	2

Ki-kare analizi uygulanmıştır.



**Şekil 4.1.** 12 aylık takip süresi sonrası görülen klinik ve radyografik başarısızlıklar. **a.** Radyografik başarısızlık sebeplerinden periodontal aralıkta genişleme ve periapikal lezyon görüntüsü. **b.** Radyografik başarısızlık sebeplerinden patolojik eksternal rezorpsiyon görüntüsü. **c.** Radyografik başarısızlık sebeplerinden furkal radyolusensi görüntüsü. **d.** Klinik başarısızlık sebeplerinden fistül oluşumu.

**Tablo 4.9.** Çalışma süresince gözlenen klinik ve radyografik başarı ve başarısızlık değerleri.

<b>145 hasta, 100 süt azı dişi, 100 sürekli azı diş</b>				
	<b>Dycal</b>	<b>Biner LC</b>	<b>TheraCal LC</b>	<b>Activa Bioactive</b>
<b>1.ay</b>	50 dişte klinik başarı 50 dişte radyografik başarı	49 dişte klinik başarı 49 dişte radyografik başarı 1 sürekli azı dişi takip dışı	50 dişte klinik başarı 50 dişte radyografik başarı	49 dişte klinik başarı 49 dişte radyografik başarı 1 süt azı dişi takip dışı
<b>3.ay</b>	50 dişte klinik başarı 50 dişte radyografik başarı	49 dişte klinik başarı 49 dişte radyografik başarı 1 sürekli azı dişi takip dışı	50 dişte klinik başarı 50 dişte radyografik başarı	49 dişte klinik başarı 49 dişte radyografik başarı 1 süt azı dişi takip dışı
<b>6.ay</b>	50 dişte klinik başarı 50 dişte radyografik başarı	48 dişte klinik başarı 48 dişte radyografik başarı 2 sürekli azı dişi takip dışı	49 dişte klinik başarı 49 dişte radyografik başarı 1 süt azı dişi takip dışı	47 dişte klinik başarı 47 dişte radyografik başarı 1 sürekli azı dişi klinik başarısızlık 1 sürekli azı dişi radyografik başarısızlık 2 süt azı dişi takip dışı
<b>9.ay</b>	47 dişte klinik başarı 47 dişte radyografik başarı 1 süt azı klinik başarısızlık 1 süt azı radyografik başarısızlık 2 sürekli azı dişi takip dışı	46 dişte klinik başarı 46 dişte radyografik başarı 3 sürekli azı dişi takip dışı 1 süt azı dişi takip dışı	47 dişte klinik başarı 46 dişte radyografik başarı 1 süt azı dişi radyografik başarısızlık 3 süt azı dişi takip dışı	46 dişte klinik başarı 47 dişte radyografik başarı 1 sürekli azı klinik başarısızlık 1 süt azı dişi klinik başarısızlık 1 sürekli azı radyografik başarısızlık 2 süt azı dişi takip dışı
<b>12.ay</b>	47 dişte klinik başarı 47 dişte radyografik başarı 1 süt azı klinik başarısızlık 1 süt azı radyografik başarısızlık 2 sürekli azı dişi takip dışı	46 dişte klinik başarı 46 dişte radyografik başarı 3 sürekli azı dişi takip dışı 1 süt azı dişi takip dışı	47 dişte klinik başarı 46 dişte radyografik başarı 1 süt azı dişi radyografik başarısızlık 3 süt azı dişi takip dışı	46 dişte klinik başarı 47 dişte radyografik başarı 1 sürekli azı dişi klinik başarısızlık 1 süt azı dişi klinik başarısızlık 1 sürekli azı radyografik başarısızlık 2 süt azı dişi takip dışı

İndirekt pulpa kuafaj tedavilerinde kullanılan materyallerin 12 aylık takip süresi sonundaki klinik ve radyografik başarı oranlarını karşılaştırmak amacıyla Ki-kare testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda materyal grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 4.10).

**Tablo 4.10.** Çalışmada kullanılan kuafaj materyallerinin takip süresi boyunca klinik ve radyografik başarı oranlarının değerlendirilmesi.

	<b>Dycal</b>	<b>Biner LC</b>	<b>TheraCal LC</b>	<b>Activa Bioactive</b>	<i>p</i> *
	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	
<b>Klinik Başarı</b>	47 (94)	46 (92)	47 (94)	46 (92)	1,000
<b>Radyografik Başarı</b>	47 (94)	46 (92)	46 (92)	47 (94)	1,000

\*: Ki-kare analizi uygulanmıştır.

Çalışmada indirekt pulpa kuafaj materyallerinin klinik ve radyografik olarak başarılarının belirlenmesinin yanı sıra, iki farklı restoratif materyal (kompomer ve kompozit) kullanılarak yapılan bitim restorasyonlarının başarıları da modifiye USPHS kriterleri kullanılarak değerlendirilmiştir. 12 aylık takip süresi sonunda tüm bitim restorasyonlarının klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Kompomer ve kompozit restorasyonların başarıları karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. (Tablo 4.11-Tablo 4.12).



**Tablo 4.11.** Kompomer restorasyonların çalışma gruplarına göre 12 ay sonunda modifiye USPHS kriterlerine göre başarı oranlarının değerlendirilmesi.

		<b>Dycal</b>	<b>Biner LC</b>	<b>TheraCal LC</b>	<b>Activa Bioactive</b>	<b>Toplam</b>	<b>p*</b>
<b>Postoperatif Hassasiyet</b>	<b>A</b>	23	24	21	19	87	0,179
	<b>B</b>	2	0	1	4	7	
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	
<b>Marjinal Adaptasyon</b>	<b>A</b>	25	24	22	23	94	0,629
	<b>B</b>	0	0	0	0	0	
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	
<b>Anatomik Form</b>	<b>A</b>	25	23	22	22	92	0,835
	<b>B</b>	0	1	0	1	2	
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	
<b>Sekonder Çürük Oluşumu</b>	<b>A</b>	25	24	22	23	94	0,755
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	
<b>Yüzey Görünümü</b>	<b>A</b>	25	23	21	21	90	0,975
	<b>B</b>	0	1	1	2	4	
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	

\*: Ki-kare analizi uygulanmıştır.

**Tablo 4.12.** Kompozit restorasyonların çalışma gruplarına göre 12 ay sonunda modifiye USPHS kriterlerine göre başarı oranlarının değerlendirilmesi.

		Dycal	Biner LC	TheraCal LC	Activa Bioactive	Toplam	<i>p</i> *
<b>Postoperatif Hassasiyet</b>	<b>A</b>	22	21	25	21	89	0,081
	<b>B</b>	1	1	0	4	6	
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	
<b>Marjinal Adaptasyon</b>	<b>A</b>	22	21	25	25	93	0,887
	<b>B</b>	1	1	0	0	2	
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	
<b>Anatomik Form</b>	<b>A</b>	23	22	25	25	95	0,882
	<b>B</b>	0	0	0	0	0	
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	
<b>Sekonder Çürük Oluşumu</b>	<b>A</b>	23	22	25	25	95	0,764
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	
<b>Yüzey Görünümü</b>	<b>A</b>	21	21	24	23	89	0,972
	<b>B</b>	2	1	2	2	7	
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	

\*: Ki-kare analizi uygulanmıştır.

## 4.2. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin *In Vitro* Değerlendirmelerinden Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın *in vitro* kısmında Biner LC, TheraCal LC ve Activa Bioactive materyallerinin, antibakteriyel etkinlikleri ve ortamda oluşturdukları pH değişimleri incelenmiştir.

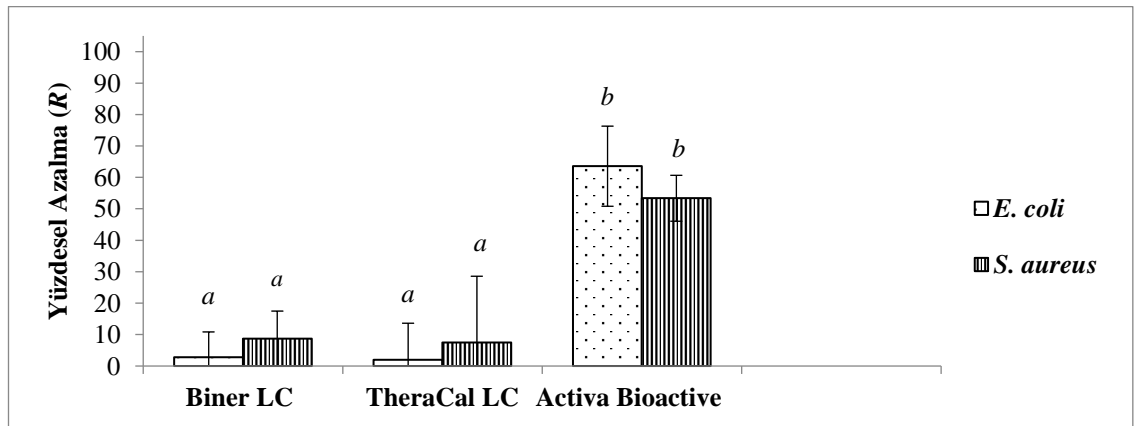
### 4.2.1. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin Antibakteriyel Etkinlik Değerlendirmelerinden Elde Edilen Bulgular

Materyallerin antibakteriyel etkinliği *S. aureus* ve *E. coli* suşlarına karşı yüzdesel azalma olarak ifade edilmiştir. Tüm materyal grupları için mikroorganizma sayısında meydana gelen azalma oranları karşılaştırıldığında Activa Bioactive grubunda görülen azalmanın diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Biner LC ve TheraCal LC gruplarındaki mikroorganizma sayısında görülen azalma oranları karşılaştırıldığında ise, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (Tablo 4.13-Grafik 4.1).

**Tablo 4.13.** Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj materyallerinin antibakteriyel etkinliğini gösteren yüzdesel azalma değerleri.

Deney Grupları	Yüzdesel Azalma (R)	
	Escherichia Coli	Staphylococcus Aureus
	<i>Ortalama±St. Hata</i>	
Biner LC	2,8±8,0 <sup>a</sup>	8,7±8,8 <sup>a</sup>
TheraCal LC	2,0±11,6 <sup>a</sup>	7,5±21,0 <sup>a</sup>
Activa Bioactive	63,6±12,7 <sup>b</sup>	53,4±7,3 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>: Aynı sütundaki istatistiksel farkları göstermektedir.



**Grafik 4.1.** Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj materyallerinin antibakteriyel etkinliği.

#### 4.2.2. İndirekt Pulpa Kuafaj Materyallerinin Ortamda Oluşturdukları pH Değişimlerinden Elde Edilen Bulgular

İndirekt pulpa kuafaj materyallerinin ortamda oluşturdukları pH değişimlerinin değerlendirilmesinde; tüm ölçüm zamanlarında materyal grupları arasında karşılaştırma yapılırken, her bir materyal grubunun farklı zamanlardaki değişimi de istatistiksel olarak incelenmiştir.

Farklı zaman dilimlerinde materyallerin oluşturdukları pH değişimleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında TheraCal LC grubunda gözlenen pH değişiminin diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Biner LC ve Activa Bioactive grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ( $p > 0.05$ ) (Tablo 4.14).

Materyallerin farklı zaman aralıklarında gösterdikleri pH değişimleri incelendiğinde Biner LC ve TheraCal LC gruplarında 24. ve 168. saatlerde elde edilen pH değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu görülmüştür. Activa Bioactive grubunda ise sadece 48. saat sonrası yapılan ölçümlerde elde edilen pH değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu görülmüştür (Tablo 4.14).

**Tablo 4.14.** Çalışmada kullanılan indirekt pulpa kuafaj materyallerinin pH ölçümleri.

Deney Grupları	1. saat	2. saat	8. saat	24. saat	48. saat	168. saat
	Ortalama $\pm$ St. Hata					
Biner LC	6,37 $\pm$ 1,02 <sup>a,A</sup>	6,8 $\pm$ 0,98 <sup>a,A</sup>	6,94 $\pm$ 1,08 <sup>a,AB</sup>	7,42 $\pm$ 1,22 <sup>a,B</sup>	8,12 $\pm$ 0,97 <sup>a,BC</sup>	8,25 $\pm$ 1,07 <sup>a,C</sup>
TheraCal LC	8,85 $\pm$ 2,17 <sup>b,A</sup>	9,28 $\pm$ 1,36 <sup>b,A</sup>	9,53 $\pm$ 1,44 <sup>b,AB</sup>	9,97 $\pm$ 1,21 <sup>b,B</sup>	9,02 $\pm$ 1,02 <sup>b,A</sup>	10,37 $\pm$ 0,84 <sup>b,C</sup>
Activa Bioactive	6,42 $\pm$ 0,14 <sup>a,A</sup>	6,84 $\pm$ 0,85 <sup>a,A</sup>	6,82 $\pm$ 0,67 <sup>a,A</sup>	6,9 $\pm$ 1,03 <sup>a,A</sup>	7,92 $\pm$ 0,89 <sup>a,B</sup>	8,23 $\pm$ 0,98 <sup>a,B</sup>

<sup>a,b</sup>: Aynı sütundaki istatistiksel farkları göstermektedir.

<sup>A,B,C</sup>: Aynı satırdaki istatistiksel farkları göstermektedir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde rutin olarak kullanılmakta olan Dycal, Biner LC ve TheraCal LC materyalleri ile ticari olarak yeni sayılabilecek biyoaktif cam içerikli Activa Bioactive materyalinin klinik ve radyografik başarılarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte uygulanan *in vitro* testler ile materyallerin antibakteriyel etkinlikleri ve ortam pH'ında oluşturdukları değişimler incelenmiştir.

Derin dentin çürüklü dişlerde özellikle kök maturasyonunun tamamlanmadığı durumlarda pulpa vitalitesinin korunması; kök gelişiminin devamı, odontoblastların dentin köprüsü oluşumunu sağlaması ve pulpanın fonksiyonunu devam ettirmesi açısından yüksek öneme sahiptir (Brizuela ve ark. 2017). Derin dentin çürüklü dişlerin tedavisinde daha invaziv bir teknik olması sebebiyle indirekt pulpa kuafaj tedavisi sıklıkla tercih edilmektedir (Garrocho Rangel ve ark. 2017). Süt ve sürekli dişlerde indirekt pulpa kuafaj tedavisi, direkt pulpa kuafaj tedavisi ve amputasyon tedavisi gibi vital pulpa tedavilerinin karşılaştırıldığı birçok çalışma bulunmaktadır (Farooq ve ark. 2000; Vij ve ark. 2004; Parisay ve ark. 2015).

Vij ve ark. (2004), 226 adet derin dentin çürüklü süt dişinde yaptıkları çalışmada indirekt pulpa kuafaj ve amputasyon tedavilerinin başarı oranlarını karşılaştırmışlardır. Yapılan 40 aylık takip sonucunda indirekt pulpa kuafaj tedavilerinin başarı oranı %94, formokrezol amputasyonlarının başarı oranı ise %74 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada, amputasyon tedavisi uygulanan dişlerin %36'sının, indirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulanan dişlerin ise %2'sinin zamanından daha erken ekfoliye olduğu rapor edilmiştir.

Maltz ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada derin dentin çürüklü 299 sürekli azı dişine indirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulamışlar ve 18 aylık takip sonuçlarını rapor etmişlerdir. Sonuç olarak tek seansta uygulanan indirekt pulpa kuafaj tedavilerinin iki aşamalı indirekt pulpa kuafaj tedavilerine göre pulpa vitalitesinin korunmasında daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca tedavilerin başarısı ile yaş, cinsiyet, restorasyon materyali ve tedavi yapılan diş numarası arasında bir ilişki olmadığı bildirilmiştir.

Al-Zayer ve ark. (2003) yapılan bir retrospektif çalışmada, indirekt pulpa kuafaj tedavisi yapılan süt dişlerinin klinik ve radyografik başarı oranlarını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak indirekt pulpa kuafaj tedavisindeki başarının yaş, cinsiyet, çürük risk değerlendirmesi ve hekimin tecrübe düzeyinden etkilenmediği bildirilmiştir. Ayrıca literatürde yer alan birçok çalışmaya göre indirekt pulpa kuafaj tedavisinin başarı oranının amputasyon tedavisine göre daha yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada daha konservatif bir tedavi yöntemi olması ve alternatif vital pulpa tedavi yöntemlerine göre başarı oranının daha yüksek bulunmuş olması nedeniyle uygun endikasyona sahip olan derin dentin çürüklü süt ve genç sürekli dişlere tek aşamalı indirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulanmıştır.

İdeal bir pulpa kuafaj tedavisi materyali tersiyer (reperatif) dentin oluşumunu uyarmalı, pulpa canlılığının devamlılığını sağlamalı, bakteriyel sızıntıyı önlemeli, aynı zamanda bakterisidal ya da bakteriostatik özellikte olmalıdır (Qureshi ve ark. 2014). Günümüze kadar indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde pek çok materyal kullanılmış ve denenmiştir. Literatür incelendiğinde pulpa kuafaj materyallerinin *in vivo* ve *in vitro* olarak kıyaslandığı birçok çalışmaya rastlanılmıştır (Casagrande ve ark. 2010; Gruythuysen ve ark. 2010; Kotsanos ve Arizos 2011; Petrou ve ark 2014; Gökçek ve Bodrumlu 2015).

Kalsiyum hidroksit [Ca(OH)<sub>2</sub>] günümüzde hala altın standart olarak kabul gören indirekt pulpa kuafaj materyalidir. Birçok çalışma Ca(OH)<sub>2</sub> materyalinin hem yüksek pH değerleriyle gösterdiği antibakteriyel etkinliğini hem de tersiyer dentin oluşumunu uyarıcı özelliği nedeniyle tercih edildiğini belirtmektedir (Negm ve ark. 2016).

Modena ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, direkt ve indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde kullanılan; Ca(OH)<sub>2</sub>, adeziv sistemler, rezin kompozit ve CİS materyallerini sitotoksosite ve biyouyumluluk yönünden karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak tüm materyal gruplarının sitotoksik etki gösterdiği bildirilmiş, ancak sadece Ca(OH)<sub>2</sub> grubunda sert doku oluşumu gözlemlendiği rapor edilmiştir. Ca(OH)<sub>2</sub> materyalinin tersiyer dentin oluşumunu uyarması kadar pulpayı termal uyarılara karşı koruması gibi terapötik ve biyolojik etkilere sahip olması nedeniyle konservatif tedavilerde en iyi seçim olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada da biyouyumlu alkalın özellikleri, antibakteriyel etkinliği ve remineralizasyon kabiliyeti nedenleriyle çalışma gruplarından biri Ca(OH)<sub>2</sub> içerikli Dycal materyali olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Ca(OH)<sub>2</sub> materyalinin uzun süreli klinik takipler sonucu olumsuz özellikler gösterdiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Hilton 2009; Oğlakçı ve ark. 2016). Bazı araştırmacılar Ca(OH)<sub>2</sub> materyalinin altındaki dentin köprülerinde tünel defektleri görülebileceğini, çözünmeye yatkın yapısı nedeniyle mikrosızıntıyı önleyemediğini ve adeziv restorasyonlarda hibridizasyonun kalitesini düşürdüğünü ileri sürmüşlerdir. (Murray ve ark. 2002; Gökçek ve Hazar Bodrumlu 2016; Komabayashi 2016).

Son yıllarda *in vivo* ve *in vitro* şartlarda yapılan birçok çalışmada Ca(OH)<sub>2</sub> ile MTA içerikli materyaller karşılaştırılmıştır. Yapılan histolojik incelemelerde MTA materyalinin Ca(OH)<sub>2</sub>'e göre daha kalın ve daha az pulpal enflamasyona neden olan bir kalsifiye köprü oluşturduğu görülmüştür. Klinik ve radyografik başarı oranı açısından karşılaştırıldığında MTA'nın, Ca(OH)<sub>2</sub>'e göre daha yüksek performans gösterdiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Bogen ve Kim 2008; Eskandarizadeh ve ark. 2011; George ve ark. 2015).

George ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, süt dişlerinde MTA ve Ca(OH)<sub>2</sub> (Dycal) materyalleri ile yapılan indirekt pulpa kuafaj tedavilerinin klinik ve radyografik başarı oranlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma kapsamında 5-9 yaş aralığındaki hastalarda toplam 40 süt dişi tedavi edilmiştir. Klinik başarı değerlendirmelerinde ağrı, perküsyon hassasiyeti ve mobilite; radyografik başarı değerlendirmelerinde internal-eksternal kök rezorpsiyonu, periapikal radyolusensi, intrapulpal kalsifikasyon, periodontal ligament aralığı ve dentin kalınlığı kriterleri incelenmiştir. 6 aylık takip süresi sonunda hem MTA hem de Dycal çalışma gruplarında dentin kalınlığı istatistiksel olarak anlamlı derecede artmıştır (p<0,001). Çalışma sonucunda süt azı dişlerinde yapılan indirekt pulpa kuafaj tedavisinde MTA'nın Dycal'a göre klinik ve radyografik olarak daha başarılı bir materyal olduğu belirtilmiştir.

Petrou ve ark. (2014) süt ve sürekli dişler üzerinde yaptıkları çalışmalarında MTA, Portland çimentosu ve Ca(OH)<sub>2</sub>'in dentin-pulpa kompleksi üzerindeki klinik ve mikrobiyolojik sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Derin dentin çürüklü 86 diş üzerinde yapılan çalışmada parsiyel çürük temizleme işlemi takiben 31 diş

Ca(OH)<sub>2</sub>, 29 diş Portland çimentosu ve 21 diş ise MTA ile tedavi edilmiştir. Birinci ve ikinci seanslarda klinik olarak dentinde renk, nem, kıvam; mikrobiyolojik olarak ise *Lactobasil* ve *Mutans Streptokok* sayı parametreleri kaydedilmiştir. Çalışma sonunda kullanılan materyalden bağımsız olarak yapılan indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde %90,3'lük başarı oranına ulaşılmıştır. İkinci seanslarda tüm çalışma gruplarında koyu renkli, sert kıvamlı dentin gözlenmiş, sklerotik dentin oluşumu olarak yorumlanmıştır. Ayrıca tedavi sonunda tüm çalışma gruplarında hem *Lactobasil* hem de *Mutans Streptokok* sayılarında belirgin azalmalar gözlemlendiği bildirilmiştir.

MTA materyalinin olumlu özelliklerinin ön plana çıktığı tüm bu çalışmalara rağmen; uzun sertleşme süresi, uygulama zorluğu, yüksek maliyeti ve dişte renkleşme potansiyeli gibi birçok dezavantajı bulunmaktadır. Son zamanlarda MTA'nın bu dezavantajlarının üstesinden gelebilmek amacıyla kalsiyum silikat esaslı birçok yeni materyal üretilmiştir. Bunların arasında TheraCal LC biyouyumluluğu, yüksek mekanik özellikleri, dentine bağlanma kabiliyeti, kolay manipülasyonu ve rezin içeriği sayesinde hızlı polimerize olması gibi özellikleriyle ön plana çıkmaktadır (Brizuela ve ark. 2017). Materyalin bu olumlu özellikleri göz önünde bulundurularak çalışma gruplarından bir tanesi TheraCal LC olarak belirlenmiştir. Literatürde TheraCal LC materyali ile benzer amaçlı ürünlerin karşılaştırıldığı birçok çalışma bulunmaktadır (Gandolfi ve ark. 2012; Camilleri ve ark. 2014; Tanyeri Gürcan 2015).

Gandolfi ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde kullanılan Ca(OH)<sub>2</sub>, ProRoot MTA ve TheraCal LC materyallerinin fiziksel özelliklerini *in vitro* ortamda karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda çözünürlük, su absorpsiyonu ve radyoopasite gibi birçok açıdan TheraCal LC materyalinin diğer materyallere kıyasla daha üstün özellikler sergilediği bildirilmiştir. Ayrıca 28 günlük periyotta en fazla Ca<sup>+</sup> iyon salınımı gösteren materyalin TheraCal LC olduğu bildirilmiştir.

Gandolfi ve ark. (2012) yaptıkları bir diğer çalışmada ise, TheraCal LC ve ProRoot MTA materyallerinin hidroksiapatit oluşturma kapasitesini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda TheraCal LC materyalinin Ca<sup>+</sup> iyonu salınımı



ve apatit oluşturabilme özellikleriyle direkt ve indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde kullanılabilceği belirtilmiştir.

Rezin esaslı pulpa kuafaj materyalleri içerisinde TheraCal LC'e alternatif olarak gösterilebilecek Biner LC ise; hidroksi kalsiyum fosfat içerikli, radyopak bir indirekt pulpa kuafaj materyalidir. Kalsiyum, fosfat ve flor iyonu salınımı yapması, ağız sıvılarında çözünürlük göstermemesi ve biyouyumlu bir materyal olması nedenleriyle tercih edilir hale gelmiştir. Materyalin bu olumlu özellikleri göz önünde bulundurularak çalışma gruplarından bir tanesi Biner LC olarak belirlenmiştir.

Günümüzde halen rezin esaslı pulpa kuafaj materyallerinin biyouyumluluğu ve antibakteriyel özelliklerinin geliştirilebilmesi için çalışmalar yapılmaya devam edilmektedir. Bu konudaki güncel yaklaşımlardan bir tanesi de; sert doku oluşumunu stimüle etmesi ve antibakteriyel etkinlikleriyle diş hekimliğinde sıklıkla kullanılır hale gelen biyoaktif camın, pulpa kuafaj materyallerinin yapısına ilave edilerek kullanılmasıdır.

Soo ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, biyoaktif cam içerikli rezin esaslı pulpa kuafaj materyali ile Dycal ve TheraCal LC materyallerini sitotoksikite ve biyomineralizasyon açısından karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda biyoaktif cam içerikli pulpa kuafaj materyali insan pulpa kök hücreleri üzerinde TheraCal LC ve Dycal'a kıyasla benzer biyomineralizasyon özellikleri göstermiş, ancak diğer materyallere göre daha sitotoksik bulunmuştur.

Haghighi ve Ahmadvand (2016) yaptıkları randomize klinik bir çalışmada ortodontik nedenlerle çekimi planlanan 22 sağlıklı süt köpek dişinin direkt pulpa kuafaj tedavilerinde, biyoaktif cam ve MTA materyallerinin etkinliklerini karşılaştırmışlardır. İki gruba ayrılan dişlerde ekspoz alanları rastgele sınırlandırılmıştır. İki ay sonra çekimleri yapılan dişler histolojik inceleme için hazırlanmıştır. Çalışma sonunda biyoaktif cam ile tedavileri tamamlanan dişlerin 3'ünde enflamasyon görülmüş, hiçbir dişte apse ve internal rezorpsiyon bulguları gözlenmemiştir. MTA ile tedavileri tamamlanan dişlerin ise birinde enflamasyon bulgularına rastlanmıştır. Biyoaktif cam grubunda 5 hastada dentin köprüsü oluşumu gözlenirken, MTA grubunda ise 6 hastada gözlenmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir ( $p>0.05$ ).

Biyoaktif cam içerikli rezin esaslı pulpa kuafaj materyalleri ile ilgili çalışmalar oldukça kısıtlı olmakla birlikte, yapılan çalışmalarda deneysel biyoaktif cam ürünleri kullanılmıştır. Bu çalışmada piyasada temin edilebilir formda bulunan biyoaktif cam içerikli Activa Bioactive materyali kullanılmıştır.

Konu ile ilgili yapılan literatür taramasında, indirekt pulpa kuafajında kullanılan rezin esaslı materyallerin değerlendirildiği kısıtlı sayıda *in vivo* çalışma olduğu gözlenirken, biyoaktif cam içerikli pulpa kuafaj materyallerinin *in vivo* olarak değerlendirildiği hiçbir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu sebeple çalışmamızda, biyoaktif cam içerikli pulpa kuafaj materyali olan Activa Bioactive materyali ile Biner LC, TheraCal LC ve Dycal materyalleri *in vivo* şartlarda klinik ve radyografik olarak takip edilerek değerlendirilmiştir.

İndirekt pulpa kuafaj tedavisinde kullanılan materyallerin klinik başarısının değerlendirildiği birçok çalışmada yapılan tedavilerin başarı oranlarının materyalden bağımsız olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada yapılan tedavilerde de kullanılan materyalden bağımsız olarak yüksek başarı oranları elde edilmiştir. Bu sonuç genç sürekli dişlerde ve süt dişlerinde uygulanan indirekt pulpa kuafaj tedavilerinin klinik ve radyografik başarısının kullanılan materyalden bağımsız olarak kavite dezenfeksiyonu ve sızdırmaz bitim restorasyonları ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle çalışmanın *in vivo* aşamalarında indirekt pulpa kuafaj tedavilerini takiben yapılan kompomer ve kompozit restorasyon uygulamaları modifiye USPHS kriterlerine göre incelenmiştir. Süt dişlerine uygulanan kompomer ve sürekli dişlere uygulanan kompozit restorasyon uygulamaları için materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tanyeri Gürcan (2015) yayınlanan tez çalışmasında Dycal, MTA ve TheraCal LC materyalleri ile süt ve genç sürekli dişlere indirekt pulpa kuafaj tedavisi uygulamış, hastaları 18 ay boyunca takip etmiştir. Uzun dönem takip süresi sonunda materyallerin klinik başarı oranları karşılaştırılmış, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışma sonunda bu çalışmayla benzer olarak, tedavi başarısının uygulanan indirekt pulpa kuafaj materyalinden bağımsız olduğu, daha çok sızdırmaz bir bitim restorasyonuna bağlı olduğu bildirilmiştir. Çalışmada restorasyonların modifiye USPHS kriterlerine göre karşılaştırılması sonucu istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Restorasyon başarısını etkileyen başka pek çok faktör

bulduğundan (örneğin kalan dentin kalınlığı, pulpaya yakınlık mesafesi, hastanın diyet ve fırçalama alışkanlıkları, tükürük miktarı gibi), indirekt pulpa kuafaj materyallerinin restorasyonların başarısı üzerine direkt etkisi olmadığı düşünülmektedir.

Dental materyaller son yıllarda elde edilen gelişmelere rağmen henüz, kavite duvarı ve restorasyon materyali arasında mükemmel bir sızdırmazlık sağlanamamakta ve mikroorganizmaların penetre olabileceği mikro boşlukların oluşması engellenememektedir. Restorasyon öncesi kavite tabanında bakteri miktarının azaltılmasıyla sekonder çürük insidansının azaltılması mümkün olabilir. Bu nedenle kullanılacak indirekt pulpa kuafaj materyallerinin antibakteriyel etkinliğe sahip olmaları; sekonder çürük riskinin azalması, restorasyon ömrünün uzaması ve postoperatif rahatsızlıkların minimize edilmesinde bir çözüm yolu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dental materyallerin klinik ve radyografik başarı-başarısızlık oranlarını, fiziksel-kimyasal özelliklerini belirlemek için *in vivo* ve *in vitro* pek çok çalışma yapılmaktadır. *In vitro* çalışmalar, *in vivo* çalışmalara göre basit, hızlı, tekrarlanabilir ve düşük maliyetli olmaları nedenleriyle tercih edilir. Bu çalışma ile yeni sayılabilecek Activa Bioactive materyalinin klinik ve radyografik değerlendirmeleri yapılmış, incelenen diğer materyaller ile aralarında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Materyalin başarı ve başarısızlık oranlarının daha doğru yorumlanabilmesi için *in vitro* olarak da değerlendirilmiş, antibakteriyel etkinlik ve ortamda oluşturdukları pH değişimleri incelenmiştir.

Dental materyallerin antibakteriyel etkinlikleri genellikle standart suş mikroorganizmalar veya enfekte dişlerden izole edilen mikroorganizmalar üzerinde, Agar Difüzyon Testi (ADT) kullanılarak değerlendirilmektedir. ADT ile uygun şartlarda sağlıklı sonuçlar elde edilebilmesine karşın bu yöntemin en büyük dezavantajı; bakterisid ve bakteriyostatik etkileri ayırt edememesi ve canlı bakteri sayısı hakkında bir bilgi verememesidir. Akışkan olmayan materyallerin antibakteriyel etkinliğini değerlendirmek için kullanılan Direkt Kontakt Test (DKT) yönteminde ise; materyalin mikroorganizmalarla direkt teması sonucu oluşan etki belirlenir (Weiss ve ark. 1996; Türkün ve ark. 2006). Bu çalışmada materyallerin antibakteriyel etkinliklerinin net olarak belirlenebilmesi için aköz süspansiyon

yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin en büyük avantajı canlı bakteri miktarının net olarak belirlenebilmesidir (Hope ve ark. 2002; Steinberg ve ark. 2002; Leung ve ark. 2005).

Duque ve ark. (2009) yaşları 4-8 arası değişen 20 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada cam iyonmer içerikli, rezin esaslı Vitrebond materyali ile Ca(OH)<sub>2</sub> içerikli Dycal materyallerinin antibakteriyel etkinliğini karşılaştırmışlardır. Materyallerin antibakteriyel etkinliklerini değerlendirmek amacıyla ise TSB (Triptik Soy Agar) ve BHI (Brain Heart İnfüzyan Agar) mikroaerofilik kültürlerden yararlanılmıştır. Çalışma sonunda indirekt pulpa kuafaj materyali olarak Vitrebond tercih edilen dişlerde *Streptokok mutans* ve *Laktobasillus bifidus* mikroorganizmalarına karşı daha yüksek antibakteriyel etkinlik gözlemlendiği belirtilmiştir.

Yalçın ve ark. (2014) yaptıkları *in vitro* çalışmada direkt kontakt test yöntemi ile Dycal, Diadent ve rezin esaslı Calcimol LC materyallerinin antibakteriyel etkinliklerini değerlendirmiş, kontrol grubu olarak da Kalzinol materyalini tercih etmişlerdir. *Lactobacillus casei* suşuna karşı yapılan testlerde tüm çalışma gruplarında bakteri büyüme hızı logaritmik olarak artış göstermiştir (p<0,05). Çalışma sonucunda test edilen pulpa kuafaj materyallerinin hiçbirinin antibakteriyel etkinlik göstermediği bildirilmiştir.

Poggio ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada; Dycal, Calcicur, Calcimol LC, TheraCal LC, MTA Angelus ve Biodentin materyallerinin antibakteriyel etkinliklerini ve sitotoksosite özelliklerini incelemişlerdir. Antibakteriyel etkinlikleri değerlendirmek için agar difüzyon testlerinden yararlanılmış; materyaller *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius* ve *Streptococcus sanguis* mikroorganizmalarına karşı incelenmiştir. Test edilen materyallerin sıçan MDPC-23 hücrelerine karşı sitotoksitesi hem MTT [3-(4, 5- dimethylthiazolyl-2)-2, 5-diphenyltetrazolium bromide] hem de apoptoz testleri ile farklı zamanlarda değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda MTA içerikli materyaller, Ca(OH)<sub>2</sub> esaslı materyallerden farklı olarak daha düşük sitotoksosite ve daha yüksek antibakteriyel etkinlik göstermiştir.

Bu çalışmada da Biner LC, TheraCal LC ve Activa Bioactive materyallerinin antibakteriyel etkinlikleri değerlendirilmiş, en fazla antibakteriyel etkinlik gösteren materyal Activa Bioactive olarak bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Activa Bioactive materyalinin yüksek antibakteriyel etkinlik göstermesinin muhtemel sebeplerinden bir tanesi olarak, antibakteriyel etkinliğe sahip biyoaktif cam partikülleri içeriyor olması düşünülmektedir.

Mortazavi ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada biyoaktif cam nanopartiküllerinin (58S, 63S, 72S) antibakteriyel etkinliklerini araştırmışlardır. Antibakteriyel etkinlik *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi* ve *Staphylococcus aureus* suşlarına karşı Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM) ve X ışını Floresan Spektrometresi ile belirlenmiştir. Çalışma sonunda 72S bileşimi hariç tüm biyoaktif cam nanopartiküllerinin, antibakteriyel etkinlik gösterdiği bildirilmiştir.

Siqueira ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, iki farklı yapıdaki biyoaktif cam materyallerinin [ $60\text{SiO}_2\text{-}36\text{CaO-}4\text{P}_2\text{O}_5$  (BG-A) ve  $80\text{SiO}_2\text{-}15\text{CaO-}5\text{P}_2\text{O}_5$  (BG-B)] sitotoksitelerini ve *Streptococcus mutans* suşlarına karşı antibakteriyel etkinliklerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda BG-A bileşiminin BG-B bileşimine göre daha yüksek sitotoksisite ve daha yüksek antibakteriyel etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir. Biyoaktif cam içerikli materyallerin birleşim oranları değiştirilerek daha düşük sitotoksisite ve daha yüksek antibakteriyel etkinlik değerlerinin elde edilebileceği bildirilmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada ise biyoaktif cam materyalinin *Aggregatibacter Actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Actinomyces naeslundii*, *Streptococcus mutans* ve *Streptococcus sanguis* suşlarına karşı antibakteriyel etkinliği değerlendirilmiştir. 60 dakikalık test sonrası tüm suşlar canlılığını kaybederken *Streptococcus sanguis*, 60 dk sonrası canlı bakteri sayısı tamamen yok olmayan tek tür olmuştur. Çalışma sonunda biyoaktif cam materyallerinin geniş bir skalada antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu belirtilmiş, materyalin dental ürünlerle birleştirilerek geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Stoor ve ark. 1998). Bizim çalışmamızdan elde edilen veriler de, biyoaktif cam içerikli pulpa kuafaj materyalinin antibakteriyel etkinliğinin yüksek olduğunu göstermiştir. Bu açıdan çalışmanın sonuçları biyoaktif cam içerikli ürünlerin antibakteriyel etkilerinin

incelendiği diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Stoor ve ark. 1998; Mortazavi ve ark. 2010; Siqueira ve ark. 2017).

İndirekt pulpa kuafaj materyallerinin terapötik etkileri, ortamı alkalileştirme özellikleri ile ilgili olduğundan materyallerin pH değerlerini tanımlamak tedavi başarisında büyük önem taşır. Derin dentin rklerinde pulpanın enflamatuvar yanıtı ile ilişkili fiziksel bir özellik olan ortam pH değişimleri, bu çalışmada *in vitro* olarak değerlendirilmiştir.

Luczaj Cepowicz ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, çeşitli direkt pulpa kuafaj materyallerinin gingival fibroblastlar üzerinde sitotoksik etkilerini ve materyallerin ortam pH'ında oluşturdukları değerimleri incelemişlerdir. 9 direkt pulpa kuafaj materyalinin (Calcipulpe, Calcipro, Biopulp, ProRoot MTA gri, ProRoot MTA beyaz, MTA Angelus gri, MTA Angelus beyaz, Life, Dycal) sitotoksik etkileri 3 ve 24 saat sonra MTT'ye dayalı bir kolorimetrik analiz sistemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortam pH'ındaki değerimler de yine 3 ve 24. saatlerde ölçülmüştür. 24 saat sonundaki canlı hücre sayıları incelendiğinde Dycal, Biopulp ve Calcipro materyallerinde artış gözlenirken; Calcipulp, MTA Angelus beyaz, MTA Angelus gri ve ProRoot MTA beyaz materyallerinde azalma gözlenmiştir. ProRoot MTA gri ve Life materyallerinde ise değerim gözlenmemiştir. Ortam pH değerimleri incelendiğinde tüm materyaller 24 saat sonunda ortam pH'ını önemli ölçüde artırırken, en fazla artış MTA içerikli materyallerde gözlenmiştir. Çalışma sonunda kullanılacak pulpa kuafaj materyallerinin seçiminde, ortam pH değerimlerinin büyük önemi olduğu ve bu değerimlerin belirlenebilmesi için ileri araştırmalara ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır.

Bu çalışmada materyallerin ortamda oluşturdukları pH değerimleri karşılaştırıldığında; Biner LC, TheraCal LC ve Activa Bioactive materyalleri arasından, TheraCal LC grubunda gözlenen pH değeriminin diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı bir Şekilde yüksek olduğu görülmüştür ( $p < 0,05$ ). Biner LC ve Activa Bioactive grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

Sonuç olarak;

- Yapılan birçok benzer çalışmada olduğu gibi, bu çalışmada da indirekt pulpa kuafaj tedavilerinde kullanılan materyal ile tedavinin klinik ve radyografik başarısı arasında anlamlı bir ilişki olmadığı bulunmuştur.
- Bunun yanında, indirekt pulpa kuafaj tedavileri ile yaş, cinsiyet, diş tipi, diş lokalizasyonu ve dişlenme dönemi arasında da anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.
- Yapılan *in vitro* değerlendirmelerde, Activa Bioactive materyalinin antibakteriyel etkinliğinin Biner LC ve TheraCal LC materyallerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Biner LC, TheraCal LC ve Activa Bioactive materyallerinin ortamda oluşturdukları pH değişimleri incelendiğinde ise TheraCal LC materyalinin oluşturduğu pH değişiminin, diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla olduğu tespit edilmiştir.
- Çalışmadan elde edilen veriler ışığında, indirekt pulpa kuafaj tedavisinde kullanılan biyoaktif cam içerikli Activa Bioactive materyalinin, klinik ve radyografik olarak yüksek başarı oranı sergilediği söylenebilir. Ayrıca yapılan *in vitro* deneyler sonucunda materyalin gösterdiği yüksek antibakteriyel aktivitenin, uzun dönemde sekonder çürük oluşumunun önlenmesi açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.
- Ancak materyalin uzun dönem klinik sonuçlarının belirlenebilmesi için, daha çok hastayı içeren ve daha uzun süreli *in vivo* çalışmalar ile mekanik ve kimyasal özelliklerin değerlendirildiği *in vitro* çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

- Accorinte ML, Loguercio AD, Reis A, Costa CA. Response of human pulps capped with different self-etch adhesive systems. *Clin Oral Investig*. 2008; 12: 119-27.
- Akarşlan Zafersoy Z, Erten H. Arayüzey çürük lezyonu ile pulpa dokusu arasında kalan sağlam dentin kalınlığının geleneksel radyograflarla belirlenmesi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*. 2008; 14: 68-74.
- Akhlaghi N, Khademi A. Outcomes of vital pulp therapy in permanent teeth with different medicaments based on review of the literature. *Dent Res J*. 2015; 12: 406-17.
- Alaşam, T. Endodonti. Barış Yayınları. 2000. 2. Baskı, Ankara, s: 107-18.
- Alauddin SS. *In vitro* remineralization of human enamel with bioactive glass containing dentifriceusing confocal microscopy and nanoindentation analysis for early caries defense, University of Florida, Doktora Tezi, 2004.
- Ali S, Farooq I, Iqbal K. A review of the effect of various ions on the properties and the clinical applications of novel bioactive glasses in medicine and dentistry. *The Saudi Dental Journal*. 2014; 26: 1-5.
- Allan I, Newman H, Wilson M. Antibacterial activity of particulate bioglass against supra- and subgingival bacteria. *Biomaterials*. 2001; 22(12): 1683-7.
- Alves LS, Fontanella V, Damo AC, Ferreira de Oliveira E, Maltz M. Qualitative and quantitative radiographic assessment of sealed carious dentin: a 10-year prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010; 109(1): 135-41.
- Al-Zayer MA, Straffon LH, Fejgal RJ, Welch KB. Indirect pulp treatment of primary posterior teeth: a retrospective study. *Pediatr Dent*. 2003 Jan-Feb; 25(1): 29-36.
- American Academy of Pediatric Dentistry Clinical Affairs Committee-Pulp Therapy Subcommittee, American Academy of Pediatric Dentistry Council on Clinical Affairs. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent*. 2005; 27: 130-4.
- Asgary S, Shahabi S, Jafarzadeh T, Amini S, Kheirieh S. The properties of a new endodontic material. *J Endod*. 2008; 34: 990-3.
- Ashraf H, Rahmati A, Amini N. Vital pulp therapy with calcium-silicate cements: report of two cases. *Iranian Endodontic Journal*. 2017; 12(1): 112-5.
- ASTM International. Standart test method for determining the antimicrobial activity of antimicrobial agent under dynamic contact conditions. ASTM E2149-13a. West Conshohocken, PA: ASTM International 2013.
- Baroudi K, Silikas N, Watts DC. *In vitro* pulp chamber temperature rise from irradiation and exotherm of flowable composites. *Int J Paediatr Dent*. 2009; 19: 48-54.
- Bayram M, Akyol M, Bayram E. Endodontik cerrahide kullanılan yeni bir materyal: DiaRoot Bioaggregate. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg*. 2012; 5: 40-3.
- Bogen G, Kim JS, Bakland LK. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: an observational study. *J Am Dent Assoc*. 2008; 139(3): 305-15.
- Bressani AEL, Mariath AAS, Haas AN, Garcia-Godoy F, De Araujo FB. Incomplete caries removal and indirect pulp capping in primary molars: a randomized controlled trial. *Am J Dent*. 2013; 26(4): 196-200.
- Brizuela C, Ormeno A, Cabrera C, DDS, Cabezas R, Silva C, Ramirez V, Mercade. Direct pulp capping with calcium hydroxide, mineral trioxide aggregate and biodentine in permanent young teeth with caries: A randomizal clinical trial. *J Endod*. 2017; 43(11): 1776-80.
- Brunner TJ, Stark WJ, Boccaccini AR. Nanoscale bioactive silicate glasses in biomedical applications. Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA; 2009; 203-20.
- Camilleri J, Laurent P, About I. Hydration of Biodentine, Theracal LC, and a Prototype Tricalcium Silicate-based dentin replacement material after pulpcapping in entire tooth cultures. *J Endod*. 2014; 40(11): 1846-54.



- Camp JH, Barrett EJ, Pulver F. Pediatric endodontics: endodontic treatment for the primary and young, permanent dentition. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the Pulp*. 2002, 8<sup>th</sup> edn. pp. 797–844. St. Louis, USA.
- Casagrande L, Bento LW, Dalpian DM, Garcia-Godoy F, de Araujo FB. Indirect pulp treatment in primary teeth: 4-year results. *Am J Dent*. 2010; 23(1): 34-8.
- Chang SW, Lee SY, Kum KY, Kim EC. Effects of ProRoot MTA, Bioaggregate, and Micromega MTA on odontoblastic differentiation in human dental pulp cells. *J Endod*. 2014; 40: 113-8.
- Chun C, Zhou XN, Chen WM. Self-etching adhesives: possible new pulp capping agents to vital pulp therapy. *Front Med* 2014; 5: 77-9.
- Colon P. Interactions between a calcium silicate cement (Biodentine) and its environment. *J Dent Res* 2010; 89.
- Cvar JF, Ryge G. Reprint of criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. *Clin Oral Invest*. 2005; 9: 7-24.
- Çalışkan K. Dentin hastalıklarının pulpayı etkisi ve vital endodontik tedaviler. *Endodontik Tanı ve Tedaviler*. 2006, p. 31-82. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul, Türkiye.
- Dalpian DM, Casagrande L, Franzon R, Dutra GM, de Araujo FB. Dentin microhardness of primary teeth undergoing partial carious removal. *Clin Pediatr Dent*. 2012; 36: 363-7.
- De-Deus G, Canabarro A, Alves G, Linhares A, Senne MI, Granjeiro JM. Optimal cytocompatibility of a bioceramic nanoparticulate cement in primary human mesenchymal cells. *J Endod*. 2009; 35: 1387-90.
- Doneria D, Thakur S, Singhal P, Chauhan D, Jayam C, Uppal A. comparative evaluation of caries status in primary and permanent molars in 7-8-year-old schoolchildren of shimla using caries assessment spectrum and treatment index. *Contemp Clin Dent*. 2017; 8(1): 128-33.
- Dumsha T, Hovland E. Considerations and treatment of direct and indirect pulp-capping. *Dental Clinics of North America*. 1985; 29(2): 251-9.
- Duque C, Negrini TC, Nacono NT, Spolidorio DM, Souza Costa CA. Clinical and microbiological performance of resin-modified glass-ionomer liners after incomplete dentine caries removal. *Clin Oral Invest*. 2009; 13(4): 465-71.
- Eskandarizadeh A, Shahpasandzadeh MH, Shahpasadzade M, Torabi M, Parrirokh MA. Comparative study on dental pulp response to calcium hydroxide, white and grey mineral trioxide aggregate as pulp capping agents. *J Conserv Dent*. 2011; 14 (4): 351-355.
- Fagundes TC, Barata TJ, Prakki A, Bresciani E, Pereira JC. Indirect pulp treatment in a permanent molar: Case report of 4-year follow-up. *J Appl Oral Sci*. 2009; 17(1): 70-4.
- Farooq NS, Coll JA, Kuwabara A, Shelton P. Success rates of formocresol pulpotomy and indirect pulp therapy in the treatment of deep dentinal caries in primary teeth. *Pediatr Dent*. 2000; 22(4): 278-286.
- Fava LR, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J*. 1999; 32(4): 257-82.
- Ferris DM, Baumgarther JC. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2004; 30(6): 422-4.
- Foreman PC, Barnes IE. A review of calcium hydroxide. *Int Endod J*. 1990; 23: 283-7.
- Frankl SN, Shiere FR, Fogels HR. Should the parent remain with the child in the dental operator? *J Dent Child*. 1962; 29, 150-163.
- Fuks AB. Vital pulp therapy with new materials for primary teeth: New directions and treatment perspectives. *JOE*. 2008; 34(7S): 18- 24.
- Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Chemical-physical properties of TheraCal, a novel light-curable MTA-like material for pulp capping. *Int Endod J*. 2012; 45: 571-9.
- Garrocho-Rangel A, Quintana-Guevara K, Vazquez-Viera R, Arvizu-Rivera J, Flores-Reyes H, Escobar-Garcia DM, Pozos-Guillen A. Bioactive Tricalcium Silicate-based dentin substitute as an

- indirect pulp capping material for primary teeth: A 12-month follow-up. *Pediatr Dent*. 2017; 39(5): 377-82.
- George V, Janardhanan SK, Varma B, Kumaran P, Xavier AM. Clinical and radiographic evaluation of indirect pulp treatment with MTA and calcium hydroxide in primary teeth (in-vivo study). *J Ind Soc Ped Prev Dent*. 2015; 33(2): 104-10.
- Ghoddusi J, Forghani M, Parisay I. New approaches in vital pulp therapy in permanent teeth. *Iran Endod J*. 2014; 9: 15-22.
- Golberg, M, Smith AJ. Cells and extracellular matrices of dentin and pulp: a biological basis for repair and tissue engineering. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2004; 15 (1): 13-27.
- Gökçek M, Bodrumlu EH. Vital pulpa tedavilerinde güncel yaklaşımlar. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg*. 2016; 14: 118-29.
- Graham L, Cooper PR, Cassidy N, Nor JE, Sloan AJ, Smith AJ. The effect of calcium hydroxide on solubilisation of bio-active dentine matrix components. *Biomaterials*. 2006; 27: 2865-73.
- Gruythuysen R, Van Strijp G, Wu MK. Long-term survival of indirect pulp treatment performed in primary and permanent teeth with clinically diagnosed deep carious lesions. *J Endod* 2010; 36(9): 1490-3.
- Gu F, Bresciani E, Barata TJ, Fagundes TC, Navarro MF, Dickens SH, Fenno JC, Peters MC. In vivo acid etching effect on bacteria within cariesaffected dentin. *Caries Res*. 2010; 44: 472-7.
- Haghgoo R, Ahmadvand M. Evaluation of pulpal response of deciduous teeth after direct pulp capping with bioactive glass and mineral trioxide aggregate. *Contemp Clin Dent*. 2016; 7: 332-5.
- Haghgoo R, Asgary S, Abbas MF, Hedeshi RM. Nano-hydroxyapatite and calcium-enriched mixture for pulp capping of sound primary teeth: A randomized clinical trial. *Iran Endod J*. 2015; 10(2): 107-11.
- Haghgoo R, Naderi N. Comparison of calcium hydroxide and bioactive glass after direct pulp capping in primary teeth. *J Dent*. 2007; 4(4): 155-9.
- Handa K, Koike T, Hayashi K, Saito T. Application of high-frequency radio waves to direct pulp capping. *J Endod*. 2013; 39: 1147-50.
- Hayashi M, Fujitani M, Yamaki C, Momoi Y. Ways of enhancing pulp preservation by step-wise excavation-a systematic review. *J Dent*. 2011; 39 (2) :95-107.
- Hench LL. An introduction to bioceramics. World Scientific Publishing, Singapore, 1993.
- Hench LL. The story of bioglass. *J Mater Sci: Mater Med*. 2006; 17: 967-978.
- Hernandez-Gaton P, Serrano CR, Nelson Filho P. Step wise excavation allows apexogenesis in permanent molars with deep carious lesions and incomplete root formation, *Caries Res*. 2015; 49(6): 637-9.
- Hilton, T. Keys to Clinical Success with Pulp Capping: A Review of the Literature. *Oper Dent* 2009; 34 (5): 615-625.
- Hirschman WR, Wheeler MA, Bringas JS, Hoen MM. Cytotoxicity comparison of three current direct pulp-capping agents with a new bioceramic root repair putty. *J Endod*. 2012; 38: 385-8.
- Hoefler V, Nagaoka H, Miller CS. Long-term survival and vitality outcomes of permanent teeth following deep caries treatment with step-wise and partial-caries-removal: A systematic review. *Journal of Dentistry*. 2016; 54: 25-32.
- Hope CK, Wilson M. Comparison of the interproximal plaque removal efficacy of two powered toothbrushes using in vitro oral biofilms. *Am J Dent* 2002; 15: 7B-11B.
- Hu CC, Zhang C, Qian Q, Tatum NB. Reparative dentin formation in rat molars after direct pulp capping with growth factors. *J Endod* 1998; 24(11): 744-51.
- Hu YC, Zhong JP, Osteostimulation of bioglass. *Chin Med J*. 2009; 122(19): 2386-9.
- Kaur G, Pandey OP, Singh K, Homa D, Scott B, Pickrell G. A review of bioactive glasses: the structure, properties, fabrication, and apatite formation. *J Biomed Mater Res*. 2013; A: 1- 21.

- Kidd EA, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res.* 2004;83: 35-8.
- Kidd EA. How 'clean' must a cavity before restoration? *Caries Res.* 2004; 38: 305-13.
- Koch K, Brave D. Bioceramic technology-the game changer in endodontics. *Endod Pract* 2009; 2: 13-7.
- Komabayashi T, Zhu Q, Eberhart R, Imai Y. Current status of direct pulp-capping materials for permanent teeth. *Dental Materials Journal.* 2016; 35(1): 1-12.
- Kotsanos N, Arizos S. Evaluation of a resin modified glass ionomer serving both as indirect pulp therapy and as restorative material for primary molars. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2011; 12(3): 170-5.
- Koubi G, Colon P, Franquin JC, Hartmann A, Richard G, Faure MO, Lambert G. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, biodentine, in the restoration of posterior teeth: A prospective study. *Clin Oral Investig.* 2013; 17: 243-9.
- Köroğlu A, Ekren O, Kurtoğlu C. Geleneksel ve adeziv dental simanlar hakkında bir derleme çalışması. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2012; 22(2): 205-16.
- Krishnan V, Lakshmi T. Bioglass: a novel biocompatible innovation. *J Adv Pharm Tech & Res.* 2013; 4(2): 78-84.
- Kulan M, Ulukapı I. Dişhekimliğinde biyoaktif camlar. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2011; 1(45): 65-70.
- Laurent P, Camps J, About I. Biodentine(TM) induces tgf- $\beta$ 1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J.* 2012; 45: 439-48.
- Lee JB, Park SJ, Kim HH, Kwon YS, Lee KW, Min KS. Physical properties and biological/odontogenic effects of an experimentally developed fast-setting  $\alpha$ -tricalcium phosphate-based pulp capping material. *BMC Oral Health.* 2014; 11: 14-87.
- Lee SK, Lee SK, Lee SI, Park JH, Jang JH, Kim HW, Kim EC. Effect of calcium phosphate cements on growth and odontoblastic differentiation in human dental pulp cells. *J Endod.* 2010; 36:1537-42.
- Leung KP, Crowe TD, Abercrombie JJ, Molina CM, Bradshaw CJ, Jensen CM, Luo Q, Thompson GA. Control of oral biofilm formation by an antimicrobial decapeptide. *J Dent Res.* 2005; 84: 1172-7.
- Lianjia Y, Yuhao G, White FH. Bovine bone morphogenetic protein-induced dentinogenesis. *Clin Orthop Relat Res* 1993; (295): 305-12.
- Limjeerajarus CN, Osathanon T, Manokawinchoke J, Pavasant P. Iloprost up-regulates vascular endothelial growth factor expression in human dental pulp cells *In vitro* and enhances pulpal blood flow *in vivo*. *J Endod.* 2014; 40: 925-30.
- Luczaj Cepowicz E, Marczuk Kolada G, Pawinska M, Obidzinska M, Holownia A. Evaluation of cytotoxicity and pH changes generated by various dental pulp materials – an *in vitro* study. *Folia Histochem Cytobiol.* 2017; 55(2): 86-93.
- Lula EC, Monteiro-Neto V, Alves CM, Ribeiro CC. Microbiological analysis after complete or partial removal of carious dentin in primary teeth: a randomized clinical trial. *Caries Res.* 2009; 43: 354-8.
- Maddux WF, Abebe W, Schuster GS, Mozaffari MS. Effects of dental resin components on vascular reactivity. *J Biomed Mater Res* 2002; 61: 572-80.
- Maltz M, Jardim JJ, Mestrinho HD, Yamaguti PM, Podesta K, Moura MS, Paula LM. Partial removal of carious dentin: A multicentre randomized controlled trial and 18-month follow-up results. *Caries Res.* 2013; 47: 103-9.
- Marchi JJ, Araujo FB, Fröner AM, Straffon LH, Nör JE. Indirect pulp capping in the primary dentition: A 4-year follow-up study. *J Clin Pediatr Dent* 2006; 31: 68-71.
- Mente J, Leo M, Panagidis D, Saure D, Pfefferle T. Tretamnet outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforation s-long-term results. *J Endod.* 2014; 40(6): 790-6.

- Mickenausch S, Yengopal V, Banerjee A. Pulp response to resin-modified glass ionomer and calcium hydroxide cements in deep cavities: A quantitative systematic review. *Dental materials* 2010; 26: 761-70.
- Modena KS., Casas-Apayco LC., Atta MT., Costa CS., Hebling J., Sipert CR. Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17 (6): 544-54.
- Mohan PVM, Uloopi KS, Vinay C, Chandrasekhar Rao R. In vivo comparison of cavity disinfection efficacy with APF gel, Propolis, Diode Laser, and 2% chlorhexidine in primary teeth. *Contemporary Clinical Dentistry.* 2016; 7(1).
- Mortazavi V, Nahrkhalaji Mehdikhani M, Fathi MH, Mousavi SB, Esfahani Nasr B. Antibacterial effects of sol-gel-derived bioactive glass nanoparticle on aerobic bacteria. *Journal of Biomedical Materials Research.* 2010; 94(1): 160-8.
- Murray PE, Garcia-Goday F. The incidence of pulp healing defects with direct capping materials. *Am J Dent.* 2006; 19: 171-7.
- Murray PE, Hafez AA, Smith AJ, Cox CF. Bacterial microleakage and pulp inflammation associated with various restorative materials. *Dent Mater.* 2002; 18: 470-8.
- Nadin G, Goel BR, Yeung A, Glennly AM. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth. *Cochrane database of systematic reviews* 2003; 1: 1-16.
- Negm A, Hassanien E, Abu-Seida A, Nagy M. Physical evaluation of a new pulp capping material developed from portland cement. *J Clin Exp Dent.* 2016; 8(3): 278-83.
- Oğlakçı B, Arhun N, Tuncer D. Restoratif diş tedavisinde pulpa kaplamaları. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2016; 14: 94-103.
- Orhan K, Oz FT. Pulp exposure occurrence and outcomes after 1 or 2 visit indirect pulp therapy vs complete caries removal in primary and permanent molars. *Pediatr Dent.* 2010; 32(4): 347-55.
- Paranjpe A, Bordador LC, Wang MY, Hume WR, Jewett A. Resin monomer 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) is a potent inducer of apoptotic cell death in human and mouse cells. *J Dent Res.* 2005; 84: 172-7.
- Parisay I, Ghoddusi J, Forghani M. A review on vital pulp therapy in primary teeth. *Iranian Endodontic Journal.* 2015; 10(1): 6-15.
- Petrou MA, Alhamoui FA, Welk A, Altarabulsi MB, Alkilzy M, Splieth CH. A randomized clinical trial on the use of medical Portland cement, MTA and calcium hydroxide in indirect pulp treatment. *Clin Oral Investig.* 2014; 18(5): 1383-9.
- Phonghanyudh A, Phantumvanit P, Songpaisan Y, Petersen PE. Clinical evaluation of three caries removal approaches in primary teeth: a randomized controlled trial. *Community Dent Health.* 2012; 29: 173-8.
- Poggio C, Arciola CR, Beltrami R, Monaco A, Dagna A, Lombardini M, Visai L. Cytocompatibility and antibacterial properties of capping materials. *Hindawi Publishing Corporation Scientific World Journal.* 2014; 10.
- Queiroz AM, Assed S, Leonardo MR, Nelson P, Silva LB. MTA and calcium hydroxide for pulp capping. *J App Oral Sci.* 2005; 13 (2): 126-30.
- Qureshi A, Soujanya E, Nandakumar SN, Pratapkumar, Sambashivarao. Recent advances in pulp capping materials: An overview. *J Clin Diagn Res.* 2014; 8(1): 316-21.
- Rao A, Shenoy R. Mineral trioxide aggregate-A review. *J Clin Pediatr Dent.* 2009; 1 (34): 1-8.
- Ricketts D, Lamont T, Innes NPT, Kidd E, Clarkson JE. Operative caries management in adults and children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, 3.
- Ricketts D. Management of the deep carious lesion and the vital pulp dentine complex, *Br Dent J.* 2001; 191(11): 606-10.
- Ricketts DNJ, Kidd EAM, Innes N, Clarkson J. Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth (Review), *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006, Issue 3. Art No: CD003808.

- Sangwan P, Sangwan A, Duhan J, Rohilla A. Tertiary dentinogenesis with calcium hydroxide: A review of proposed mechanism. *Int Endod. J* 2013; 46: 3-19.
- Schuurs AH, Gruythuysen RJ, Wesselink PR. Pulp capping with adhesive resin-based composite vs. calcium hydroxide: A review. *Endod Dent Traumatol.* 2000; 16: 240-50.
- Shigetani Y, Yoshiba K, Kuratate M, Takei E, Yoshiba N, Yamanaka Y, Ohshima H, Okiji T. Temporospatial localization of dentine matrixprotein 1 following direct pulp capping with calcium hydroxide in rat molars. *Int Endod J.* 2015; 48: 573-81.
- Sidhu K, Nicholson J. A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *J. Funct Biomater.* 2016, 7: 16.
- Silverstone IM, Mjor IA. Dental caries: Caries of dentin. In-Horsted-Bindsler. *Modern concepts in operative dentistry.* 1988; 16-58.
- Siqueira RL, Maurmann N, Burquez D, Pereira DP, Ratelli ANS, Peitl O, Pranke P, Zanotto ED. Bioactive gel-glasses with distinctyl different compositions: Bioactivity, viability of stem cells and antibiofilm effect against *Streptococcus mutans*. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2017; 1(76): 233-41.
- Soo KJ, Jung HL, Hae HL. The biomineralization of a bioactive glass-incorporated light-curable pulp capping material using human dental pulp stem cells. *Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International.* 2017; Article ID 2495282.
- Srinivasan V, Waterhouse P, Whitworth J. Mineral trioxide aggregate in paediatric dentistry. *Int J Paediatr Dent.* 2009; 19: 34-47.
- Steinberg D, Rozen R, Klausner EA, Zachs B, Friedman M. Formulation, development and characterization of sustained release varnishes containing amine and stannous fluorides. *Caries Research.* 2002; 36: 411-6.
- Stoor P, Söderling E, Salonen JI. Antibacterial effects of a bioactive glass paste on oral microorganisms. *Acta Odontol Scand.* 1998; 56(3): 161-5.
- Stowe T, Sedgley CM, Stowe B, Fenno C. The effect of chlorhexidine gluconate on the antimicrobial properties of tooth-colored ProRoot Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics.* 2004; 6: 429-31.
- Süt N. Klinik araştırmalarda örneklem sayısının belirlenmesi ve güç (power) analizi. *RAED Dergisi.* 2011; 3(1-2): 29-33.
- Şen Tunç E, Çetiner S. Mineral trioxide aggregate: Literatür derlemesi. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2006; 1(16): 46-53.
- Tanyeri Gürcan AT. İndirek kuafaj uygulamalarında Theracal materyalinin klinik ve radyografik olarak değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi, İstanbul, 2015.*
- Thompson V. Treatment of deep caries lesions by complete excavation or partial removal: a critical review. *J Am Dent Assoc* 2008; 139: 705-712.
- Trowbridge HO, Kim S. Pulp eaction to caries and dental procedures. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the pulp 8<sup>th</sup> ed, St Louis, Mosby Inc, 2002, p. 411-33.*
- Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. Bacterial leakage with mineral trioxide aggregate or a resin-modified glass ionomer used as a coronal barrier. *J Endod.* 2004; 30(11):782-4.
- Tuncer S, Demirci M, Tekçe N. Minimal invaziv diş hekimliği kavramı, yaklaşımı ve stratejisi. *Türkiye Klinikleri.* 2014; 5(3).
- Tunçbilek G, Korkusuz P, Özgür F. Effects of Iloprost on Calvarial Sutures. *J Craniofac Surg.* 2008; 19: 1472-80.
- Türkün M, Türkün LŞ, Ergücü Z, Ateş M. Is an antibacterial adhesive system more effective than cavity disinfectants? *American Journal of Dentistry.* 2006; 19: 166-70.
- Vij R, Coll JA, Shelton P, Farooq NS. Caries control and other variables associated with success of primary molar vital pulp therapy. *Pediatr Dent.* 2004; 26(3): 214-20.

- Weiss EI, Shalhav M, Fuss Z. Assessment of antibacterial activity of endodontic sealers by a direct contact test. *Endod Dent Traumatol.* 1996; 12: 179-84.
- Witherspoon DE, Small JC, Harris GZ. Mineral trioxide aggregate pulpotomies: A case series outcomes assessment. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137: 610-8.
- Yalçın M, Arslan U, Dündar A. Evaluation of antibacterial effects of pulp capping agents with direct contact test method. *Eur J Dent.* 2014; 8(1): 95-9.
- Yan P, Yuan Z, Jiang H, Peng B, Bian Z. Effect of bioaggregate on differentiation of human periodontal ligament fibroblasts. *Int Endod J.* 2010; 43(12): 1116-21.
- Yıkılğan I, Kılıç HS. Diş çürüğü ve diş sert dokuları. *Türkiye Klinikleri.* 2016; 2(1): 5-8.
- Zarrabi MH, Javidi M, Jafarian AH, Joushan B. Immunohistochemical expression of fibronectin and tenascin in human tooth pulp capped with mineral trioxide aggregate and a novel endodontic cement. *J Endod.* 2011; 37: 1613-8.



## 7. ÖZGEÇMİŞ

17.11.1990 tarihinde Eskişehir’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini İbrahim Karaođlanođlu İlköğretim Okulu’nda, lise öğretimini Eskişehir Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2009 yılında İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi’ni kazandı. 2014 yılında mezun oldu. 2014 yılında Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi Pedodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitimine başladı. Halen aynı anabilim dalında uzmanlık öğrencisidir.



## 8. EKLER

### EK-A: Etik Kurul Onayı



NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: 2016/009

28.09.2016

*Sayın Yrd. Doç.Dr. Emre KORKUT*

*Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu'nun 28.06.2016 tarihinde yapılan 2016/009 sayılı toplantısında, yürütücüsü olduğunuz "Biyoaktif cam içerikli kuafaj materyalinin klinik ve radyografik olarak değerlendirilerek antibakteriyel özelliklerinin incelenmesi" başlıklı projesi ve "Biyoaktif cam içerikli rezin modifiye cam iyonomer simanın in-vitro ve in-vivo değerlendirilmesi" başlıklı projenin bilimsel etik açıdan uygun olduğuna karar verildi.*

*Saygılarımla...*

**Doç. Dr. Ali Rıza TUNÇDEMİR**

NEÜ Diş Hekimliği Fakültesi

İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar

Etik Kurul Bşk.



## EK-B: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**PEDODONTİ ANABİLİM DALI**  
**BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU**

Bu çalışmada klinikte rutin olarak kullanılan mevcut kuafaj materyallerinin klinik ve radyografik başarılarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma sırasında çocukların uygun endikasyonlu dişleri tedavi edilecek, diğer farklı tedaviler için hasta rutin randevulara yönlendirilecektir. Dental tedaviler rutin diş hekimliği tedavileri olup klinik prosedürlerine uygun olarak gerçekleştirilecektir. Bu nedenle herhangi bir risk taşımamaktadırlar.

Bu çalışmaya katılmak sizin kendi isteğinize bağlıdır. İstedığınız zaman, herhangi bir yaptırıma maruz kalmaksızın, hiçbir hakkınızı kaybetmeksizin çalışmaya katılmayı reddedebilir veya çalışmadan çekilebilirsiniz.

“Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu’ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen çalışma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama Dt. Merve Abaklı tarafından yapıldı. Söz konusu çalışmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.”

**Hasta velisi**

**Ad-Soyad:**

**EK-C: Hasta Takip Formu****HASTA TAKİP FORMU**

AD-SOYAD:

TARİH:

DOĞUM TARİHİ:

TELEFON:

<b>ÇALIŞMA GRUBU</b>	<b>DIŞ NO 1</b>	<b>DIŞ NO 2</b>	<b>DIŞ NO 3</b>	<b>DIŞ NO 4</b>
<b>Dycal</b>				
<b>Biner LC</b>				
<b>TheraCal LC</b>				
<b>Activa Bioactive</b>				

**RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME**

<b>DIŞ</b>	<b>1.AY</b>	<b>3.AY</b>	<b>6.AY</b>	<b>9.AY</b>	<b>12.AY</b>
<b>Radyolojik Patoloji</b>					

**KLİNİK DEĞERLENDİRME**

<b>DIŞ</b>	<b>1.AY</b>	<b>3.AY</b>	<b>6.AY</b>	<b>9.AY</b>	<b>12.AY</b>
<b>Ağrı</b>					
<b>Perküsyon Hassasiyeti</b>					
<b>Patolojik Mobilite</b>					
<b>Apse</b>					
<b>Fistül</b>					