



**REJENERATİF ENDODONTİK TEDAVİ  
PROTOKOLÜNE GÖRE PULPA BOŞLUĞU  
BARIYERİ OLARAK BİODENTİN VE MTA  
KULLANIMININ YAPAY OLARAK TAKLİT  
EDİLMİŞ OLGUNLAŞMAMIŞ KÖKE SAHİP  
DİŞLERİN KIRILMA DİRENÇLERİNE  
ETKİSİ**

**Dt. Yahya GÜVEN**

**Endodonti Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı**

**Yrd. Doç. Dr. Halit ALADAĞ**

**Uzmanlık Tezi - 2017**

**T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**REJENERATİF ENDODONTİK TEDAVİ PROTOKOLÜNE  
GÖRE PULPA BOŞLUĞU BARIYERİ OLARAK  
BİODENTİN VE MTA KULLANIMININ YAPAY OLARAK  
TAKLİT EDİLMİŞ OLGUNLAŞMAMIŞ KÖKE SAHİP  
DİŞLERİN KIRILMA DİRENÇLERİNE ETKİSİ**

**Dt. Yahya GÜVEN**

**Endodonti Anabilim Dalı  
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Halit ALADAĞ**

**ERZURUM  
2017**

T.C  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

REJENERATİF ENDODONTİK TEDAVİ PROTOKOLÜNE GÖRE PULPA  
BOŞLUĞU BARIYERİ OLARAK BİODENTİN VE MTA KULLANIMININ YAPAY  
OLARAK TAKLİT EDİLMİŞ OLGUNLAŞMAMIŞ KÖKE SAHİP DİŞLERİN  
KIRILMA DİRENÇLERİNE ETKİSİ

DT. YAHYA GÜVEN

Tez Savunma Tarihi: 29.09.2017

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Halit ALADAĞ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mustafa KÖSEOĞLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR

Jüri Üyesi : Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hakan ARSLAN

ONAY

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.



Dış Hekimliği Fakültesi Dekanı  
Prof. Dr. Taşkın GÜRBÜZ

Uzmanlık Tezi  
ERZURUM-2017

# İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>III</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....</b>	<b>VI</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>VII</b>
<b>TABLolar DİZİNİ.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
2.1. Rejeneratif Endodontik Prosedürler.....	4
2.2. Rejeneratif Pulpa Tedavi Teknikleri.....	5
2.2.1. Kök Kanalının Yeniden Damarlanması.....	5
2.2.2. Erişkin Kök Hücre Tedavisi .....	6
2.2.3. Pulpa İmplantasyonu.....	6
2.2.4. İskele İmplantasyonu .....	6
2.2.5. Enjekte Edilebilir Doku İskelesi Uygulaması.....	7
2.2.6. Üç Boyutlu Hücre Yaması .....	7
2.2.7. Gen Tedavisi .....	7
2.3. Kök Kanalının Dezenfeksiyonu.....	8
2.3.1. Kanal İçi Medikament Kullanımı .....	8
2.3.2. Antibiyotik Patı.....	10
2.4. Mineral Trioksit Agregat( MTA).....	11
2.5. Biodentine .....	15
<b>3. MATERYAL METOD .....</b>	<b>22</b>
3.1. Örneklerin Hazırlanması.....	22

3.2. Kıırma Deneyini.....	27
3.3. İstatistiksel Analiz.....	30
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>31</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>36</b>
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>54</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>55</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>75</b>
<b>EK-1. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>75</b>
<b>EK-2. ETİK KURUL KARARI.....</b>	<b>76</b>

## TEŞEKKÜR

Tezimin gerçekleşmesinde fikirleri ve bilimsel katkılarıyla destek veren tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Halit ALADAĞ'a en içten şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanması süresince deneyimlerinden istifade ettiğim Doç. Dr. Hakan ARSLAN'a

Endodonti eğitimim boyunca öğrendiklerimi borçlu olduğum Atatürk Üniversitesi Diş HekimiĐi Fakóltesi Endodonti Anabilim Dalı'nın değerli hocaları Prof. Dr. Mustafa KÖSEOĞLU'na Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK'a Yrd. Doç. Dr. Aziz şahin ERDOĐAN'a, Yrd. Doç. Dr. ErtuĐrul KARATAř'a, tez savunma sınavında jüri olarak yer alan Prof. Dr. Tamer TAşDEMİR'e

Aynı ortamda çalışmaktan keyif aldığım her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan tüm asistan arkadaşlarıma, bölüm sekreterimize, hemşirelerimize ve tüm bölüm personeline, yoğun eğitim hayatım boyunca hep yanımda olan sevgileri ve özverileriyle bana güç veren aileme,

Sonsuz sayĐı ve teşekkürlerimi sunarım.

**Araş. Gör. Dt. Yahya GÜVEN**

## ÖZET

### **Rejeneratif Endodontik Tedavi Protokolüne Göre Pulpa Boşluğu Bariyeri Olarak Biodentin ve MTA Kullanımının Yapay Olarak Taklit Edilmiş Olgunlaşmamış Köke Sahip Dişlerin Kırılma Dirençlerine Etkisi**

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, rejeneratif endodontik tedavi prosedürüne göre pulpa boşluğu bariyeri olarak biodentin (BD) ve mineral trioksit agregat (MTA)ın kullanımı sonrası yapay olarak taklit edilmiş olgunlaşmamış köke sahip dişlerin uzun süreli kırılma direncini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

**Materyal Metot:** 80 adet çekilmiş maksiller santral diş, herbiri 20 dişten oluşan 4 gruba ayrıldı. Pozitif kontrol grubundaki dişlere herhangi bir tedavi uygulanmadı. Kalan dişler apikal foramenden 1mm çıkılarak 6 Nolu Peeso Freze kadar genişletildi. Kök kanallarının irrigasyon ve dezenfeksiyonu Amerikan Endodontistler Birliği'nin önerdiği rejeneratif endodonti prosedürüne göre yapıldı. Kanalların koronal kısmı mine-sement birleşiminin yaklaşık 3 mm altına kadar MTA ya da Biodentin ile dolduruldu. Negatif kontrol grubundaki kanallar prepare edildiği halde boş bırakıldı. Koronal giriş kavitesi,, cam iyonomer ve bunu takiben kompozit rezin ile restore edildi. Dişler fosfat tamponlu salin çözeltisine kondu ve 3 ay boyunca saklandı. Daha sonra her örnek, universal test makinesi kullanılarak kırılma testine tabi tutuldu. Maksimum kırılma yükü kaydedildi ve veriler istatistiksel olarak analiz edildi.

**Bulgular:** Pozitif kontrol grubu en yüksek kırılma direncine sahipti ve diğer deney gruplarından anlamlı olarak farklıydı ( $P < 0.05$ ). Negatif kontrol grubundaki kırılma direnci diğer gruplara göre anlamlı derecede düşüktü ( $P < 0.05$ ). Biodentin ile MTA grupları arasında anlamlı fark yoktu ( $P > 0.05$ ).

**Sonuç:** Rejeneratif endodontik tedavi gören enfekte pulpalı olgunlaşmamış dişlerde servikal kök kırılma direnci bakımından MTA ve Biodentin arasında önemli bir fark yoktur.

**Anahtar Kelimeler:** Biodentin, fraktür, olgunlaşmamış diş, regeneratif endodonti, travma

## ABSTRACT

### **Effect of Using Biodentine(BD) and Mineral Trioxide Aggregate (MTA) as a Pulp Space Barrier For Regenerative Endodontic Procedures on the Fracture Resistance of Simulated Teeth With Immature Roots.**

**Aim:** The purpose of this study was to evaluate the long-term fracture resistance of simulated immature teeth filled with Biodentine (BD) and mineral trioxide aggregate (MTA) as pulp space barriers for regenerative endodontic procedures (REPs)

**Materials and Methods:** Eighty extracted human maxillary anterior teeth were divided into four groups of 20 teeth each. Positive control teeth received no treatment. The remaining teeth were prepared until a size 6 Peeso (1.7 mm) could be passed 1 mm beyond the apex. The root canals were irrigated and disinfected according to AAE considerations for REPs. The canals were filled with either BD or MTA to approximately 3 mm below the CEJ. The negative control canals were left unfilled. The coronal access cavities were restored with glass ionomer followed by composite resin. The teeth were placed in phosphate-buffered saline solution and stored for 3 months. Each specimen was then subjected to fracture testing using a universal testing machine. The peak load to fracture and the fracture resistance were recorded, and the data were analysed statistically.

**Results:** The positive control group had the highest fracture resistance and differed significantly ( $P < 0.05$ ) from the other experimental groups. No significant difference was found between BD and MTA ( $P > 0.05$ ).

**Conclusions:** Considering the risk of cervical root fracture for pulpless infected immature teeth treated with REPs, there was no difference between MTA and BD regarding the resistance to root fracture.

**Key Words:** Biodentine; fracture; immature teeth; regenerative endodontics; trauma



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Al	: Alüminyum
BD	: Biodentine
C	: Santigrat
CEM	: Kalsiyum bakımından zenginleştirilmiş karışım
Dk	: Dakika
EDTA	: Ethylenediamine tetra-acetic acid
ERRM	: Endosequence kök tamir materyali
IRM	: Geçici dolgu materyali
ISO	: International organization for standardization
KH	: Kalsiyum Hidroksit
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
MPa	: Megapaskal
MTA	: Mineral trioksit aggregate
N	: Newton
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
PBS	: Phosphate-buffered saline
PDL	: Periodontal ligament
REPs	: Regenerative endodontic procedures
µm	: Mikrometre

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Blunderbuss tipi kanala sahip bir diş	3
Şekil 2.2. Rejeneratif Prosedürün Şematize Edilmesi	5
Şekil 2.3. MTA	12
Şekil 2.4. Biodentin	16
Şekil 2.5. Biodentininin kuafajda uygulanışı	17
Şekil 3.1. Çalışmamızda kullanılan çekilmiş dişler	22
Şekil 3.2. 4 No ront frez ve Endo Z frez	23
Şekil 3.3. Pieso Reamerlar	23
Şekil 3.4. Çalışmamızda kullandığımız MTA	24
Şekil 3.5. 72 saat sonra dolum kontrolü amacıyla dişlerden alınan radyograf	25
Şekil 3.6. Çalışmamızda kullanılan Biodentin Materyali	26
Şekil 3.7. 72 saat sonra dolum kontrolü amacıyla dişlerden alınan radyograf	26
Şekil 3.8. Plastik silindir kalıplara gömülü örnekler	27
Şekil 3.9. Vinylpolsiloxane ölçü maddesi	28
Şekil 3.10. Universal test cihazı (UTC)	28
Şekil 3.11. Çalışmamızda kullanılan paslanmaz çelik uç	29
Şekil 3.12. Çalışmamızda kullanılan düzenek ve paslanmaz çelik uç	29
Şekil 4.1. Kırılma Değerlerinin Sütun Grafikle Karşılaştırılması	31
Şekil 4.2. Mine-sement sınırını geçmeyen restore edilebilir kırık	32
Şekil 4.3. Mine-sement sınırını geçmeyen restore edilebilir kırık	33
Şekil 4.4. Mine-sement sınırını geçen restore edilemeyen kırık	33
Şekil 4.5. Mine-sement sınırını geçen restore edilemeyen kırık	34
Şekil 4.6. Mine-sement sınırını geçen restore edilemeyen kırık	34

## TABLULAR DİZİNİ

### Tablo No

### Sayfa No

<b>Tablo 4.1.</b> Kırılma Değerleri ve Standart Sapmaları (Newton) .....	31
<b>Tablo 4.2.</b> Kırık tiplerinin gruplara göre dağılımı.....	35



# 1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisi, kök kanal sisteminin mekanik enstrümantasyonunu, kimyasal debridmanını ve periradiküler dokunun sağlığının korunması veya iyileştirilmesi üzerine tasarlanmış bir materyal ile doldurulmasını içeren bir kombinasyon olarak tanımlanabilir.<sup>1</sup> Başarılı bir kanal tedavisinin amacı, kök kanal sistemindeki mikroorganizmaları ve patolojik artıkları uzaklaştırmak ve yeniden enfeksiyonunu önlemektir.<sup>2</sup>

Pulpa şiddetli bir iritanla karşılaştığında pulpa dokusuna ulaşan bakteriler pulpa dokusunun savunma gücünü aştığında enflamasyon başlar ve pulpa dokusunun nekrozuna sonra da periapikal bölgede enfeksiyonlara yol açar.<sup>3</sup> Travmatik kuvvetler, dişlerde çeşitli oranlarda zarara ve morfolojik bütünlüklerinde bozulmalara neden olur.<sup>4</sup> Travma nedeniyle dişin apikalinde bulunan damar sinir paketinin zedelenmesi pulpa dokusunun nekrozuyla sonuçlanmaktadır.<sup>5</sup>

Travmatik diş yaralanmaları, 8-12 yaşlarındaki çocuklarda sıklıkla görülür ve pulpada nekroza neden olabilir.<sup>6</sup> Bu yaralanmalar gelişmekte olan dişlerin kök oluşumunun durmasına neden olmaktadır. Pulpası enfekte olan olgunlaşmamış dişlerin endodontik tedavisi, kök kanallarının ince dentin duvarları ve geniş apikal açıklığı nedeniyle zorlayıcıdır.<sup>7</sup> Mine-sement birleşim bölgesindeki ince dentin duvarları çoğunlukla sekonder yaralanmalar(çiğneme kuvvetleri, minör travmalar) sonucu kırılır ve onarılamaz hale gelirler.<sup>8</sup>

Son 15 yıla kadar, enfekte kök kanallı olgunlaşmamış dişlerin tedavisi uzun süreli kalsiyum hidroksit(KH) pansumanı ile yapılan apeksifikasyon ile gerçekleştirilmiştir.<sup>9</sup> İlk kez Frank<sup>10</sup> tarafından tanıtılan kalsiyum hidroksit ile apeksifikasyon tedavisi, olgunlaşmamış nekrotik pulpalı daimi dişlerin tedavisinde en çok tercih edilen uygulama olmuştur. Ancak kalsiyum hidroksitin uzun süreli kanal içi

uygulanması; kökte kırığa karşı direncin azalması ve hastanın uzun süren randevulara uyum gösterememesi gibi dezavantajlara sahiptir.<sup>11</sup>

Olgunlaşmamış nekrotik pulpalı daimi dişlerin tedavisi, kök gelişiminin devamlılığını sağlayarak hem dentin duvarlarının kalınlaşmasını, hem kök uzunluğunun artmasını teşvik etmek hem de dişin vitalitesini geri kazandırmak için en ideal tedavi şeklidir.<sup>12</sup> Aslında, Nygaard-Östby rejeneratif endodontik tedavilere yıllar önce öncülük eden isimlerden birisidir. 1960'lı yılların başlarında yaptığı çalışmada, nekrotik pulpalı ve apikal lezyonlu olgunlaşmış dişlerin kök apikal üçlüsünde yeni vaskülarize doku oluşumunun indüklenebildiğini göstermiştir.<sup>13</sup>

Rejeneratif endodontik prosedürlerin çoğunda pulpa boşluğu bariyeri olarak biyouyumluluğu ve hermetik kapama özelliği nedeniyle Mineral Trioksit Agregat(MTA)(ProRoot MTA, Dentsply Tulsa, USA) kullanılmaktadır.<sup>14</sup> Ancak MTA'nın uzun sertleşme süresi, uygulama zorluğu ve dişte renklenme gibi olumsuz özellikleri bulunmaktadır.<sup>15</sup> Rejeneratif endodonti prosedüründe pulpa boşluğu materyali olarak daha güvenilir, biyolojik uyumu daha iyi ve servikal kök kırığına karşı direnci arttıracak bir materyale ihtiyaç duyulmaktadır.<sup>16</sup> Biodentin (Septodont, Fransa), dentin tamir materyali olarak MTA endikasyonu olan durumlarda kullanılmak üzere geliştirilen kalsiyum silikat içerikli bir materyaldir.<sup>17</sup> MTA' ya göre sertleşme süresi daha kısa ve uygulanabilirliği daha kolaydır.<sup>18</sup> Bildiğimiz kadarıyla; İngilizce literatürde, apeksi olgunlaşmamış dişlerde Biodentin ile rejeneratif tedavi protokolü sonrası dişlerin fraktür direncini araştıran çalışma bulunmamaktadır.

Bu araştırmanın amacı; rejeneratif endodontik tedavi protokolüne göre pulpa boşluğu bariyeri olarak Biodentin ve MTA kullanımının yapay olarak taklit edilmiş olgunlaşmamış köke sahip dişlerin kırılma dirençlerine etkisinin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Olgunlaşmamış bir dişte vitalite kaybı çok kötü sonuçlara neden olabilir. Blunderbuss tipi kanala sahip bir dişte kanal tedavisi yapılması aşırı zaman alan oldukça zor bir tedavidir.(Şekil 2.1.) Pulpası nekroz olan olgunlaşmamış bir dişin nekrozu dentin duvarlarının ince kalması apeksifikasyon işlemleri sırasında ve tedavi sonrasında dişin kırılmaya karşı duyarlı olmasına neden olur.<sup>19</sup>



Şekil 2.1. Blunderbuss tipi kanala sahip bir diş

Bu nedenle tüm çabalar en azından apeks ve servikal kök bölgesinin gelişimlerini tamamlamalarına kadar dişin vitalitesinin korunmasına yönelik olmalıdır.<sup>20</sup>

Devital olgunlaşmamış bir dişin endodontik tedavisinde bir takım zorluklar vardır. Kanalın apikali, genelde koronalinden daha geniştir ve de apikal kanal bölümünün şekline göre şekillendirilmiş yumuşak dolum materyali ile birlikte gerçekleştirilen bir dolum tekniğinin kullanımını gerektirir. Apeksin oldukça geniş olması sebebiyle dolum materyalinin apikal periodontal dokulara hareket etmesini ve bölgeyi irrite etmesini engelleyebilecek herhangi bir bariyer mevcut değildir. Ayrıca apikal stop yetersizliği, materyalin kanaldan taşmasına veya eksik doldurulmasına ve sızdırmazlığı şüpheli bir kanal profiline sebep olabilir. İnce dentin duvarlarına sahip

immatür dişlerdeki bir diğer problem de hem tedavi sürecinde hem de sonrasında muhtemel kırık oluşma riskidir.<sup>11</sup>

Nekrotik pulpaya sahip ve / veya apikal periodontitisli olgunlaşmamış daimi dişlerin tedavisinde rejeneratif endodontik tedavi önerilmiştir. Bu tedavi yöntemi; dişin canlılığını geri kazandırma, kanal duvarlarının kalınlığını arttırma ve kök gelişimini devam ettirme potansiyeline sahiptir.<sup>21</sup> Rejeneratif endodontik tedavi insan ve hayvanlarda nekrotik pulpalı olgun daimi dişlerde başarıyla uygulanmıştır.<sup>22-24</sup>

### **2.1. Rejeneratif Endodontik Prosedürler**

Başarılı kök kanalı tedavisi, kök kanalı sistemindeki tüm debrislerin tamamen temizlenmesini, patojenik organizmaların uzaklaştırılmasını ve ağız ortamından bakteri girişinin önlenerek bakterilerin periapikal dokulara yayılmasını engellemek için kök kanalı boşluğunun sızdırmaz bir şekilde kapatılmasını kapsamaktadır.<sup>25, 26</sup> Bu şekilde dişin ağızda uzun dönem fonksiyonel olarak kalmasını sağlamak amaçlanmaktadır.

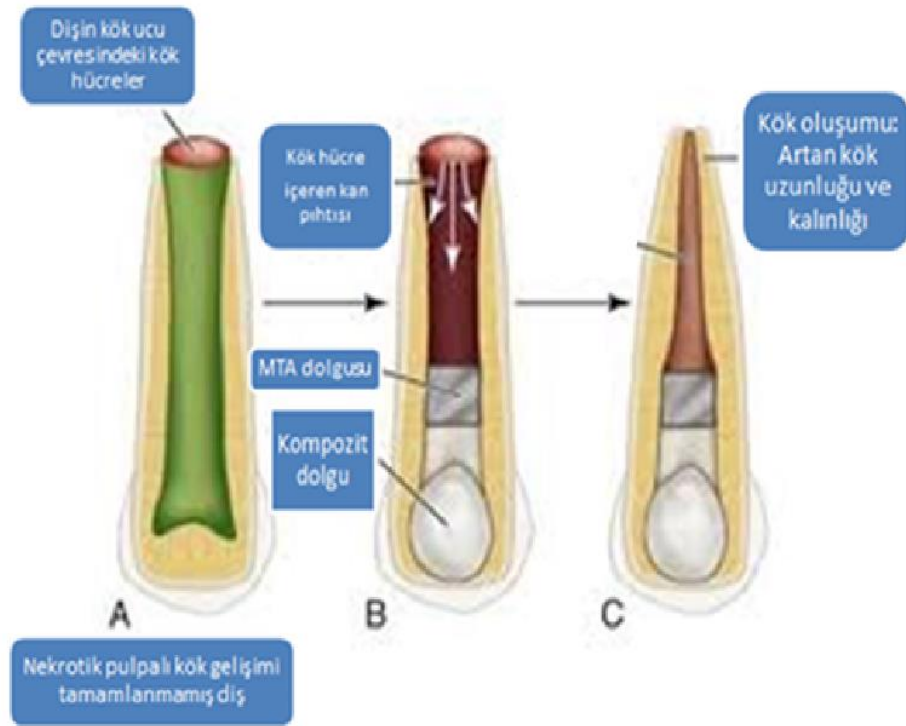
Dişlerin yapısal bütünlüğünü geri dönüşümsüz olarak bozan problemlerin başında diş çürüğü yer almaktadır. Çürük dişlerin restorasyonu sırasında kullanılan bazı dental materyaller pulpa hücrelerinin ölümüne neden olabilmekte, aşırı madde kaybı olan birçok dişte ise endodontik tedavinin yerine dişin çekimi tercih edilerek; diş kaybı protez veya implant uygulamaları ile telafi edilmeye çalışılmaktadır.<sup>27, 28</sup> Bu kayıpların önlenmesi amacıyla, pulpa-dentin kompleksinin rejenerasyonu operatif diş hekimliği ve endodontinin temel hedeflerinden biri haline gelmiştir.<sup>27</sup> Rejeneratif endodontik prosedürler, pulpa-dentin kompleksindeki sağlıklı hücelere ek olarak dentin ve kök yapısını da içeren zarar görmüş yapıların yenisi ile yer değiştirmesini sağlayan biyolojik temelli işlemler olarak adlandırılır.<sup>28</sup> Endodontide rejeneratif prensiplerin uygulamaya aktarılabilmesi için doku mühendisliği uygulamalarına gereksinim duyulur. Doku mühendisliği kanser, hastalık veya travma nedeniyle zarar görmüş veya bozulmuş

dokuların, yapı ve fizyolojilerinin fonksiyonel restorasyonu ile ilgilenen ve multidisipliner kapsamı sürekli genişleyen bir uygulama alanıdır.<sup>27, 29</sup>

## 2.2. Rejeneratif Pulpa Tedavi Teknikleri

### 2.2.1. Kök Kanalının Yeniden Damarlanması

Bu yöntem ile nekrotik kök kanalının tamamen dezenfekte edilmesi ve kan pıhtısı oluşturarak bir fibrin matriksi oluşumunun sağlanması amaçlanmaktadır. Tamamen gelişmiş (kapalı) apeksli ve nekrotik pulpalı dişlerde bu işlem; el aletleri ile apikal çapın 2 mm'ye kadar genişletilmesi ve kök kanalının içine doğru bir kanama başlamasına izin verilmesi ile gerçekleştirilir.<sup>28</sup>(Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Rejeneratif Prosedürün Şematize Edilmesi

Bu yöntem sonucunda oluşan rejenere dokunun yapısal olarak pulpa olmadığı bildirilmiştir. Ancak bu yöntemle ilgili yayınlanmış vaka raporları, devam eden kök



formasyonu ve termal pulpa testlerine pozitif cevap veren bir iyileşmeyi göstermişlerdir.<sup>30</sup>

### **2.2.2. Erişkin Kök Hücre Tedavisi**

Kök hücre tedavisi; hastalanmış veya fonksiyon kaybına uğramış dokulardaki hücrelerin, sağlıklı ve düzgün çalışan hücrelerle yer değiştirilmesine ve bu dokuların yeniden yapılanmasına olanak sağlayan teknikler ve teknolojiler olarak adlandırılmaktadır. Diş hekimliğinde erişkin kök hücre tedavisindeki en basit yaklaşım, apeksler açıldıktan ve kök kanalı dezenfekte edildikten sonra, kök hücrelerin kanal içine enjekte edilmesidir.<sup>31</sup>

Bu tekniğin en önemli problemlerinden birisi, erişkin pulpasıdan toplanan birçok hücre popülasyonu arasından farklılaşmadan sorumlu erişkin kök hücrelerinin tanımlanmasıdır.<sup>28</sup>

Sonuç olarak, yeni ve fonksiyonel bir pulpa dokusu oluşturmak istendiğinde, iskele ve biyoaktif sinyal molekülleri olmadan sadece kök hücrelerin pulpa odasına enjekte edilmesi ile yüksek başarı elde etme olasılığı bulunmamaktadır.<sup>28</sup>

### **2.2.3. Pulpa İmplantasyonu**

Pulpa implantasyonu, bazı yöntemlerle hazırlanmış pulpa dokusunun temizlenmiş ve şekillendirilmiş kök kanal sistemine transplante edilmesi ile gerçekleştirilen bir tedavi yöntemidir. Kültür ortamında çoğaltılan pulpa dokusu in vitro olarak biyoçözünür polimer nanofiber tabakada veya kollajen-1 veya fibronektin gibi ekstrasellüler matriks protein tabakası üzerinde yetiştirilirler.<sup>32, 33</sup> Ancak şimdiye kadar kollajen-1 ve kollajen-3 üzerinde yetiştirilmiş pulpa hücreleri başarılı olamamıştır.<sup>34</sup>

### **2.2.4. İskele İmplantasyonu**

İskeleler iki tür polimer grubundan yapılmaktadırlar. Doğal polimerlerin, iyi hücre uyumluluğu ve biyoaktivite gibi avantajları vardır.<sup>35</sup> Kollajen, fibronektin,

kitosan, GAG (glikozaminoglikan) ve kemik siyaloproteinleri (BSP) bu polimerlere örnektir.<sup>36</sup> Sentetik polimerler; degradasyon oranı, pörözite, mikroyapı ve mekanik özellikler gibi fizikokimyasal özellikleri kontrol edebilme imkanı sağlar.<sup>35</sup>

Bu polimerler, polilaktik asit, poliglikolik asit, polikaprolakton ve insan vücudunda yıkılan olabilen tüm polyester materyallerden yapılabilmektedir.<sup>37</sup> Aljinat hidrojel, MTA (mineral trioksit agregate)<sup>27</sup> ve alendronat sodyum<sup>38</sup> bu gruba örnektir.

### **2.2.5. Enjekte Edilebilir Doku İskelesi Uygulaması**

Kök kanal sistemlerinde doku mühendisliği ürünü olan pulpa yapısal destek gerektirmedikinden, yumuşak üç boyutlu iskele matriksleri geliştirilmiştir. Bunun en önemli örneği olan Hidrojel, şırınga ile uygulanan enjekte edilebilir bir doku iskelesidir.<sup>39</sup> Teorik olarak, hidrojel, organize doku yapısı içinde hücre proliferasyonu ve farklılaşması için bir substrat işlevi görerek pulpa rejenerasyonunun gerçekleşmesine yardımcı olur.<sup>40</sup>

### **2.2.6. Üç Boyutlu Hücre Yayması**

Bu teknikte sprey boya cihazlarına benzer bir cihaz kullanılarak ve hücre tabakaları hidrojel içine dağıtılarak, pulpa dokusu yeniden oluşturulabilmektedir.<sup>41</sup> Üç boyutlu hücre yayma tekniği doğal pulpa dokusunun tam olarak taklidini oluşturabilmektedir.<sup>28</sup>

### **2.2.7. Gen Tedavisi**

Gen tedavisi; somatik hücrelere büyüme faktörleri, morfojenler, transkripsiyon faktörleri ve ekstrasellüler matriks molekülleri sentezlemeleri için gen nakledilmesini tanımlayan bir tedavidir.<sup>42</sup> Gen tedavi girişimleri ise iki yolla yapılabilmektedir. İn vivo sistemde genler sistemik olarak kan dolaşımına veya lokal olarak hedef dokuya, enjeksiyon veya solunumla nakledilmektedir.<sup>43</sup> Ex vivo sistemde ise, genetik

manipülasyon in vitro olarak yapılmakta, daha sonrasında modifiye edilmiş bu hücreler rejenerasyon alanına yerleştirilmektedir.<sup>43</sup>

Endodontideki potansiyel gen naklinin uygulamalarından biri, dokudaki mineralizasyonunu hızlandırmak için mineralizasyonla ilişkili genlerinin pulpa dokusuna implante edilmesidir. Rutherford<sup>44</sup>, dağ gelinciği (ferret) pulpasına fare BMP7(Kemik Morfogenetik Protein)'si ile transfekte cDNA implante etmiş; ancak reperatif cevap alınamamıştır. Araştırmacılar gen tedavisinin endodontik tedavinin bir parçası olarak ilerleme kaydedemeyeceğine<sup>28</sup> ve gen tedavisi sırasında bazı istenmeyen sağlık problemlerinin (hastalık, malignensi) meydana gelebileceğine işaret etmişlerdir.<sup>43</sup>

### **2.3. Kök Kanalının Dezenfeksiyonu**

#### **2.3.1. Kanal İçi Medikament Kullanımı**

Kök kanal sisteminin boşaltılması, temizlenmesi ve kanal duvarlarında kalabilen mikroorganizmaların ortadan kaldırılması endodontik tedavinin ana evrelerinden birisidir. Kök kanal tedavisinde ilaçlar kök kanal sisteminin temizlenmesi, ekolojik koşulların değiştirilmesi, mikroorganizmaların tahrip edilmesi, periapikal dokulardaki iltihabi tepkinin hafifletilmesi amaçlarıyla kullanılmaktadır. Bugün endodontide geçerli görüşler kök kanallarına dezenfeksiyon için yerleştirilen kimyasal madde veya ilaçlardan çok kanalın ekolojisini değiştirecek, protein artıklarını mekanik olarak ortadan kaldırarak bakterilerin kullanamayacağı şekle dönüştüren yöntemler ile ilgilenmektedir. Mikroorganizmaları ortadan kaldırmak için yerleştirilen antimikrobiyal maddeler periapikal dokularda kimyasal irritasyon yapabilmeleri yanında, immün reaksiyonları da teşvik edebilirler. Ayrıca ideal bir kök kanal dolgusunun yerleştirilmesini güçleştirebilirler.<sup>45</sup>

Bununla beraber halen uygulanmakta olan biyomekanik preparasyon yöntemleri ile kök kanal sistemindeki anatomik düzensizlikler tamamen rehabilite edilememekte ve

sonuçta enfekte pulpa dokusunun tam olarak uzaklaştırılması yetersiz olabilmektedir. Kron ve kök pulpası tamamen uzaklaştırılsa bile, dentin kanalları içerisinde yer alan odontoblastik uzantılar ve dentin lenfi bakterilerin önemli besin kaynakları olarak varlıklarını uzun süre korurlar. Bu gibi durumlarda kök kanalında biyosid bir maddenin kullanılması tedavinin tamamlayıcı bir parçası olmaktadır. Kök kanalına biyosidler uygulandığında bakterilerin sayıları hızla azalır. Yeterli kök kanalı preparasyonu yapılmamış ise bir kaç gün sonra bu bakterilerin sayıları tekrar artar. Bu nedenle bu tip antibakteriyel ilaçlar mutlaka kök kanalı preparasyonu ile birlikte uygulanmalıdır. Böyle bir uygulamada varılması amaçlanan hedefler şöyledir:

- Kanal içeriklerinin temizlenmesi veya inert hale çevrilmesi
- Mikroorganizmaların eliminasyonu
- Tedavi esnasında ve tedavi sonrası ağrının önlenmesi veya kontrolü
- Anestezik etkinin artırılması
- İnatçı periapikal apselerin kontrolü<sup>45</sup>

Kök kanal sistemine mikropların invazyonları zamana ve bakteri türlerine bağlıdır. Erken evrede yapılan endodontik tedaviler dentin kanalcıklarına yerleşen mikroorganizma sayısını en aza indirecektir. Dentin kanalcıklarına yerleşen mikroorganizmalar kök kanalı, çevre dokuların enfeksiyonları ve tekrarlayan enfeksiyonlar için bir rezervuar oluşturur. Dentin kanalcıklarına yerleşen bakteriler konakçı savunma hücreleri, sistemik antibiyotikler ve kemomekanik preparasyondan korunurlar. Bu nedenle endodontik ilaçlar dentin kanalcıklarına penetre olabilme ve içindeki mikroorganizmaları öldürebilmelidir.<sup>46, 47</sup> Seans arası kullanılan intrakanal ilaçlar proliferasyonu engellemek ve hayatta kalan bakterileri ortadan kaldırmanın yanı sıra sızdıran bir restorasyondan kaynaklanan yeni bakterilerin girişine de engel olmaktadır.

### 2.3.2. Antibiyotik Patı

Kök kanal enfeksiyonunun aerobik ve anaerobik bakterilerden oluşan polimikrobiyal bir enfeksiyon olduğu düşünülmektedir. Kök kanal enfeksiyonunun karmaşıklığı nedeniyle , herhangi bir antibiyotiğin tek başına kanalın sterilizasyonunda etkili olamayacağı ve farklı floralara etkili olabilmesi açısından kombinasyon gerekli olduğu , aynı zamanda antibiyotik kombinasyonunun dirençli bakteri suşlarının gelişme olasılığını azaltacağı düşünülmüştür.<sup>45</sup>

Nekrotik pulpaların revaskülarizasyonu ilgi çekmeye başlamış ve genç kalıcı dişlerin tedavilerinde konservatif bir yaklaşım olarak düşünölmeye başlanmıştır.<sup>45</sup>

Kök ucu kapanmamış apikal periodontitisli olgunlaşmamış bir dişin revaskülarizasyonu; kanalın tam dezenfeksiyonuna , kanal içerisine doku büyümesi için matriks yerleştirilmesine ve giriş kavitesinin bakteri geçirmeyen sızdırmaz bir dolgu ile kapatılmasına bağlıdır. Kök kanal sisteminin enfeksiyonu polimikrobiyal olduğundan florayı oluşturan bakteriler için ilaçları birlikte kullanmak mantıklı görölmektedir. Bu nedenle seçilen antibiyotik kombinasyonu metronidazol , siprofloksasin ve minosiklin içermektedir.<sup>45</sup>(Şekil 2.3.)

Metronidazol, siprofloksasin ve minosiklinden oluşan üçlü antibiyotik patı ilk olarak in vitro koşullarda *Escherichia coli* ile enfekte dentine karşı etkinliği açısından test edilmiştir.<sup>45</sup> Aynı araştırma grubu çürük dentin ve enfekte pulpadan gelen mikroplara karşı bakterisidal etkinliğini de test etmiştir. Antibiyotik karışımının bakterileri yok etmek için yeterince güçlü olduğunu bulmuşlardır.<sup>45</sup> Apikal periodontitisli olgunlaşmamış dişlerin dezenfeksiyonunda üçlü antibiyotik pastasının klinik etkinliği bildirilmiştir.<sup>48</sup>

Hoshino ve ark. antibiyotiklerin tek başına kullanılmasına oranla, kombine kullanıldıklarında etkinliklerinin arttığını ve hiçbir antibiyotiğin kök kanalı florasında

mevcut bakterileri tamamen elimine etmediğini göstermişlerdir.<sup>49</sup> Sato ve ark. yaptığı çalışmada; üçlü antibiyotik pastasının kök kanal dentininin derin tabakalarındaki bakterilerin eliminasyonunda da etkili olduğunu göstermiştir. Sato ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; bu kombinasyonun çürük lezyonların ,nekrotik pulpanın ve enfekte süt dişi kök dentininin sterilizasyonunda çok etkili olduğunu bulmuştur.<sup>50</sup>

İntrakanal medikamenti kullanmanın potansiyel bir endişesi, bakteri direncine neden olabileceğidir. Ek olarak intrakanal minosiklin kullanımı dişin renklenmesine ve potansiyel estetik komplikasyonlara neden olabilir.<sup>51</sup>

Çalışmamızda Amerikan Endodontistler Birliği' nin önerdiği dezenfeksiyon protokolüne göre metronidazol, siprofloksasinin 1:1 oranda karıştırılması ile elde edilen ikili antibiyotik patı kullanılmıştır.<sup>6</sup> Çalışmamızda maksiller ön dişler kullanıldığı için dişlerin renklenmesini önlemek adına ikili antibiyotikli pat kullanıldı.<sup>6</sup>

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

MTA, nem varlığında sertleşen, hidrofilik partiküllerden oluşan, gri renkli bir tozdur. Genel içerik ve kimyasal yapı olarak Portland simanına benzemektedir (Şekil 2.3).



**Şekil 2.3. MTA**

Portland simanı ile MTA arasındaki en önemli farklılık, MTA'nın yapısında potasyumun bulunmayıp, bizmut oksitin bulunmasıdır.<sup>52</sup> MTA'nın yapısını ve içeriğini inceleyen Camilleri ve ark.<sup>53</sup>, MTA'nın da Portland simanına benzediğini, aradaki tek farkın MTA'nın bizmut oksit içeriğinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

MTA'nın ana yapısında şu maddeler bulunmaktadır;<sup>53-55</sup>

- Trikalsiyum Silikat,
- Dikalsiyum Silikat,
- Trikalsiyum Aluminat,
- Trikalsiyum Oksit,
- Bizmut Oksit,

Ayrıca, MTA'nın yapısında, materyalin fiziksel ve kimyasal özelliklerini sağlayan bazı mineral oksitler de yer almaktadır. MTA'nın suyla karıştırılması sonucu, 49% fosfat, 33% kalsiyum, 3% klorid, 2% karbon ve 6% silika'dan meydana gelen amorf yapı içerisinde, kalsiyum oksit kristalleri meydana gelir.<sup>53-55</sup>

Radyografide MTA'nın radyopak gözükmemesini sağlayan yapısındaki bizmut oksittir. MTA'nın radyoapasitesi, dentinden daha yüksektir. Yaklaşık 7 mm kalınlığındaki MTA'nın radyoapasitesi aynı kalınlıktaki aliminyumun radyoapasitesine eşdeğer olduğu rapor edilmiştir.<sup>14, 55</sup> Retrograd dolgu amacıyla kullanılan bazı materyallerin (amalgam, kalzinol, MTA, güta-perka, IRM, SüperEBA) radyoapasitelerinin incelediği bir çalışmada MTA, geleneksel güta-perka ve dentinden daha radyopak bulunmuş ve retrograd dolgu olarak kullanıldığında, radyografide kolaylıkla ayırt edilebildiği belirtilmiştir.<sup>56</sup> MTA'nın su ile karıştırılmasının ardından pH'sı 10,2 olan koloidal bir jel oluşmakta ve üç saat sonra pH 12,5'e kadar çıkmaktadır.<sup>14, 55</sup> Oluşan koloidal jelin 3 hafta sonraki sıkıştırma kuvveti yaklaşık 70 MPa dır. Sıkıştırma kuvveti açısından diğer materyallerden IRM ve Süper-EBA ile benzer özellikler göstermesine karşın amalgama (311 MPa) göre oldukça düşüktür. Bu nedenle MTA'nın fonksiyon gören alanlarda kullanılması tavsiye edilmemektedir.<sup>54, 55</sup>

Katılaştıktan sonraki pH değerinin 12,5'e çıkması materyale bazı antimikrobiyal özellikler katsa da yapılan çalışmalar sonucunda MTA'nın antimikrobiyal özelliklerinin sınırlı olduğu belirlenmiştir. MTA, Portland simanı, kalsiyum hidroksit patı, Sealapex ve Dycal materyallerinin *Staphilococcus aureus*, *Enterococcus facealis*, *Pseudomanas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* suşları üzerinde antimikrobiyal etkinliklerini inceleyen Estrela ve ark.<sup>57</sup>, kalsiyum hidroksit patının, MTA'ya göre daha yüksek etki gösterdiğini rapor etmişlerdir.

MTA'nın antibakteriyel özelliğini artırmak için farklı yöntemler deneyen araştırmacılar, 2004 yılında yapılan bir çalışmada MTA'yı klorheksidin ile karıştırarak antibakteriyel özelliğini arttırmayı düşünmüşlerdir.<sup>58</sup> Sonuç olarak %0,12'lik klorheksidin ile hazırlanan MTA'nın, antibakteriyel etkisinde bir artış olduğu, fakat, materyalin çalışma zamanında ise bir düşüş olduğu kaydedilmiştir. Bu nedenle



araştırmacılar, klorheksidinin, MTA'nın yapısı ve özellikleri üzerine etkileri konusunda başka çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu önemle vurgulamışlardır.<sup>58</sup>

Çeşitli hayvan çalışmaları sonucunda MTA komşu periapikal dokularda rejenerasyon meydana gelmesi ve özellikle apikalde sementogenezis oluşması sebebiyle, MTA'nın ideal kök kanal dolum materyaline en çok yaklaşan materyal olduğu öne sürülmektedir.<sup>55, 59, 60</sup>

MTA düşük çözünürlük özelliğine sahiptir.<sup>55</sup> Torabinejad ve ark. yaptığı çalışmada MTA'nın sertleştikten sonra çözünürlüğünün amalgam ve Super-EBA'ya benzer olduğu bulunmuştur.<sup>61</sup>

MTA'nın sertleşme süresi yaklaşık 3 saat kadardır. Diğer materyaller ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, amalgamın sertleşme zamanı 4 dakika, IRM' nin 6 dakika, Super- EBA'nın 9 dakika olduğu bulunurken, MTA' nın sertleşme zamanı 2 saat 45 dakika olarak bulunmuştur.<sup>55</sup> Sahip olduğu özellikler ve potansiyeli düşünülecek olursa, MTA'nın sertleşme süresinin uzun olması en büyük dezavantajlarından biridir.

MTA'nın kök ucu dolgusu olarak uygulandığı durumlarda, açık apeksli dişleri tek seansta doldurmak yerine birinci seansta MTA uygulanmasını, üzerine nemli pamuk konularak 24 saat bekletilmesini, sonra kök kanal dolununun yapılması önerilmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, kök ucunun etrafındaki nemli ortamın MTA' nın sertleşmesi için bir avantaj olduğu kabul edilmekle birlikte, nemli pamuk uygulayarak ilave nemli ortam yaratılmasının materyale optimum özellik sağlayacağı bildirilmiştir.<sup>62</sup>

MTA karıştırıldığında ilk pH değeri 10,2 olarak görülürken, 3 saat içinde pH' mın 12,5' e yükseldiği ve bu değerde kaldığı bildirilmektedir.<sup>55</sup> Bu değerler, kalsiyum hidroksitin pH'ı ile karşılaştırılabilir değerlerdir. MTA ve kalsiyum hidroksit materyallerinin benzer alkali pH derecelerine sahip olmaları, her iki materyalin de sert doku oluşumunu indükleme özelliği olduğunu düşündürmektedir.<sup>55, 62, 63</sup>

İdeal bir kök kanal simanı, antimikrobiyal özelliğe sahip olmalıdır<sup>64</sup> ve mineralize doku bariyeri oluşumunu stimüle etmelidir.<sup>65</sup> Antimikrobiyal aktivite, hidroksil iyonlarının artması, pH' ın yükselmesi ve bakterilerin yaşaması için uygun olmayan bir ortamın oluşturulmasıyla ilişkilidir.<sup>66</sup> MTA bağ dokusunun pH'ının yükselmesini sağlayarak antimikrobiyal etkinliğin daha da artmasını sağlar.<sup>57, 64</sup>

MTA'nın karıştırma zorluğu, uzun sürede sertleşmesi ve uygulama alanına yerleştirme güçlüğü dezavantajları olarak belirtilmiştir.<sup>67</sup> Kullanımdaki bu güçlüklerin dışında, materyalin yüksek alkalinitesinin kök dentininin sertliğini etkilediğinin gösterilmesi de bir başka dezavantajdır.<sup>68</sup>

## **2.5. Biodentine**

Diş hekimliği, pulpa yaralanmalarından sonra doku tamirini uyarmak için kalsiyum hidroksit kullanımı ve bu konuda yakın zamanda MTA ve Biodentin dahil olmak üzere yeni ajanlarla rejeneratif tıpa öncülük etmektedir.<sup>69</sup>

Kalsiyum silikat esaslı materyaller, MTA'ya benzerlik göstermesi ve MTA'nın endike olduğu durumlarda uygulanabilirlikleri nedeniyle son yıllarda popülerlik kazanmıştır. Son zamanlarda çeşitli kalsiyum silikat bazlı ürünler piyasaya sürülmesine rağmen, bunlardan biri özellikle çeşitli araştırmaların ilgi odağı ve konusu olmuştur. Bu materyal, 2009 yılında ticari olarak piyasaya çıkan ve dentin tamir materyali olarak tasarlanan kalsiyum silikat bazlı bir ürün olan "Biodentin"dir.<sup>70</sup>

Biodentin, MTA'nın değiştirilmiş bileşiminden oluşan ince bir hidrofilik toz ve karıştırma cihazında kullanılmak üzere yeni bir kapsül formülasyonudur.<sup>71</sup> (Şekil 2.4.)



Şekil 2.4. Biodentin

Biodentinin toz bileşeni trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyum karbonat ve oksit dolgu maddesi, demir oksit ve zirkonyum oksitten oluşmaktadır. Trikalsiyum silikat ve dikalsiyum silikat sırasıyla materyalin ana ve ikincil çekirdeğini oluşturur, zirkonyum oksit ise radyopaklık veren maddedir. Sıvı, hızlandırıcı olarak kalsiyum klorür ve su indirgeyici bir madde olarak işlev gören hidrolize edilebilir polimer içermektedir.

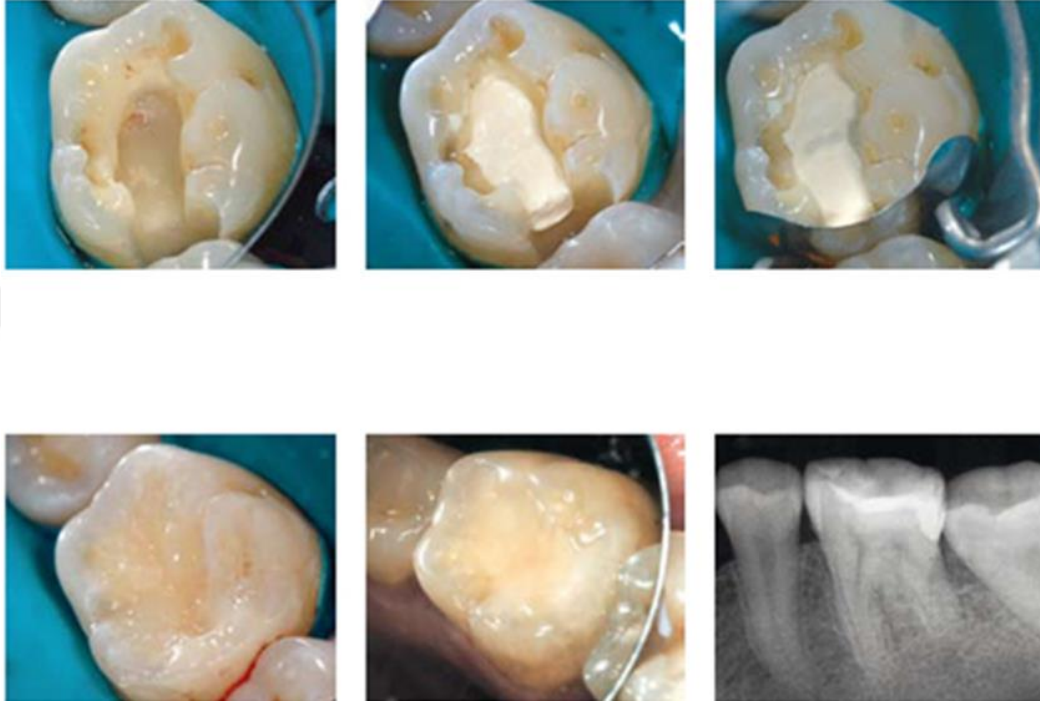
Ürünün benzersiz bir özelliği olan hızlı sertleşme süresinin, parçacık boyutunun artırılması, sıvı bileşene kalsiyum klorür eklenmesi ve sıvı içeriğin azaltılması yoluyla elde edildiği belirtilmiştir.<sup>70</sup> Sertleşme süresi 9-12 dakikadan daha kısa sürmektedir. Bu sertleşme süresi, diğer kalsiyum silikat malzemelerine kıyasla olumlu bir gelişmedir.<sup>72</sup> Bazı yazarlar, biodentin gibi yeni geliştirilen materyallerin özellikleri hakkında az sayıda çalışma olduğunu belirtmiştir.<sup>73</sup> Biodentin, çözelti halinde kalsiyum salması ile karakterizedir.<sup>74</sup>

Trikalsiyum silikat esaslı malzemeler, sentetik doku sıvısı ile temas halinde hidroksiapatit kaynağı olarak da tanımlanırlar.<sup>75-77</sup>

Baskı direnci, hidrofilik simanların ana fiziksel özelliklerinden biri olarak düşünülür. Biodentin gibi ürünlerin önemli bir kullanım alanının vital pulpa tedavileri olduğu göz önüne alındığında, simanın çiğneme kuvvetlerine dayanma kapasitesine

sahip olması, başka bir deyişle dış etkenlere karşı dirençli sıkıştırma gücünün olması önemlidir.<sup>73</sup>(Şekil 2.5.)

Biodentinin spesifik bir özelliği , doğal dentin ile benzer aralığa erişene kadar zamanla basınç dayanımı açısından gelişmeye devam etme kapasitesinin olmasıdır.<sup>72</sup>



**Şekil 2.5.** Biodentinin kuafajda uygulanışı

Koubi ve ark., biodentini posterior restorasyon olarak kullandıkları bir çalışmada biodentinin 6 ay sonrasına kadar marjinal adaptasyon gibi uygun yüzey özelliklerini ortaya koymuştur.<sup>78</sup>

Biodentinin geleneksel cam iyonomer (Fuji IX) ve rezin modifiye cam iyonomer (Vitrebond) ile fiziksel özelliklerini karşılaştıran bir çalışmada, biyodentinin, diğer materyallere kıyasla daha yüksek yüzey mikrosertliği sergilediğini göstermiştir.<sup>79</sup>

Kalıcı restorasyonlar altında kaldırılan dentinin yerine kullanılması için biodentinin önerildiğini göz önüne alarak, malzemenin farklı yapıştırma sistemleri ile bağlanma kuvvetini değerlendiren çalışmalar yapıldı. Odabaş ve ark. yaptıkları bir çalışmada tek aşamalı ve 2 aşamalı adezivler kullanarak biodentinin bağlanma

dayanımını araştırmışlardır. Adeziv grupları arasında aynı zaman aralıklarında(12 dakika ve 24 saat) yapılan testlerde anlamlı fark çıkmamıştır.

Radyoopasite retrograd veya tamir materyalinden beklenen önemli bir özelliktir, çünkü bu malzemeler genellikle düşük kalınlıklarda uygulanır ve çevre dokulardan kolayca ayırt edilmeleri gerekir. ISO standartlarına göre endodontik simanlar için minimum radyoopasite değeri 3 mm Al ile aynı olarak belirlenmiştir.<sup>70</sup>

Kalsiyum silikat esaslı malzemelerin kullanımı ile ilgili önemli bir husus bunların kalsiyum silikat bileşenlerinin yüzey hidroliziyle kalsiyum hidroksit salınımı yapmasıdır.<sup>74</sup> Öte yandan, kök dentininin kalsiyum hidroksitle ve MTA ile uzun süreli temasının kök dentinin direnci üzerinde zararlı ve zayıf etkileri olduğu da belirtilmiştir.<sup>80, 81</sup>

Bir materyalin biyolojik olarak uygunluğu, özellikle pulpa kaplaması, perforasyon onarımı veya retrograd dolgu olarak kullanıldığında dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Bu işlemler sırasında materyal doğrudan bağ dokusu ile temasta olduğundan periradiküler ve pulpal hücrelerin yaşayabilirliğini etkileme potansiyeline sahiptir. Bu koşullar altında apoptoz(hücre ölümü) veya nekroza bağlı olarak hücre ölümü meydana gelebilir.<sup>82</sup>

### **Kök Kırıkları**

Travmatik dental yaralanmalar, okul öncesi ve okul çağındaki çocuklar ile genç erişkinlerde sıklıkla karşılaşılabilen yaralanmalardır.<sup>83</sup> Bu tür yaralanmalar diş veya dişin çevre dokularında dışarıdan gelen bir etken sebebiyle gelişir ve en sık etkilenen dental ark üzerindeki labial konumlarından dolayı üst santral kesici dişlerdir.<sup>84</sup> Tüm yaralanmaların %5 kadarını oluştururlar. Çocuklarda ve ergen bireylerde meydana gelen diş kaybının en sık karşılaşılan ikinci nedeni olup 15 yaş altındaki çocukların yaklaşık

yarısı bu tür yaralanmalarla karşılaşabilmektedir.<sup>85</sup> Farklı travma tipleri sebebiyle %26-76 arasında seyreden bir oranda diş sert dokularında kayıp olabildiği tahmin edilmektedir.<sup>86</sup>

Kök kırığının teşhisinde klinik muayenede kök fraktürü; uzamış ya da deplase bir diş veya çiğneme sırasında ağrı şikayeti ile karşımıza çıkar. Semptomlar genellikle hafiftir. Ancak klinik olarak periodontal cep ve dişeti iltihabı oluşabilir. Radyografik görüntü travmanın hemen ardından çoğu zaman oluşmaz.

Radyografide:

- Fragmanların seperasyonu görülür.
- Fraktür hattı radyolüsent bir çizgi halinde belirir.
- Alt arka grup dişlerin mezyodistal kırıkları mandibular okluzal projeksiyonda daha iyi görülür.
- Radyopak işaretler izlenir.
- Komşu radyolüsentlikler.
- Kemik lezyonları,
- Fraktür hattı boyunca rezorpsiyon,
- Yerinden oynamış retrograt dolgu gözden kaçırılmaması gereken ayrıntılardır.<sup>87</sup>

Periapikal radyografide kırık hattı %35.7 vaka oranında yakalanabilmiştir.

Bunun sebepleri:

- Kök kanalının kırık hattına süperpoze olması,
- X-ışınlarının kırık hattına paralel olmaması,
- Radyopak anatomik yapılarla kırık hattının süperpoze olması,
- Kırık hattının lokasyonunu radyografi kullanımını engellemesidir.<sup>88</sup>

Konik ışınli bilgisayarlı tomografik görüntüler, endodontik tedavi görmüş veya görmemiş dişlerin vertikal kök kırığı erken teşhisinde konvansiyonal ve dijital radyografilere göre daha hassas ve doğrudur.<sup>89</sup>

Vertikal kök kırıklarında prognoz kötüdür ve çoğu zaman komşu dişlerin periodonsiyumlarını korumak için çekim gerekir. Kanal sistemi ve periodonsiyum arasındaki ilişki endo-perio lezyonunun gelişimine neden olur. Vertikal olarak kırılan dişlerin kanal sistemlerini guta-perka ile doldurmak için çabalar gösterilmiştir, ancak başarıya ulaşamamıştır. Vertikal kök kırığı olan bir diş, periodontal lezyon oluşmadan erken evrelerde teşhis edilebilirse, tedavi edilebileceği düşünülmektedir.<sup>87</sup>

Son zamanlarda pulpa nekrozu sergileyen olgunlaşmamış köklerin tedavisinde çeşitli revaskülarizasyon işlemleri tanımlanmıştır. Bu işlemlerin esas odaklandığı nokta kök kanalının dezenfekte edilmesi ve kök kanalı içerisinde oluşturulan kan pıhtısı yardımı ile canlılığını koruyan kök hücrelerin uyarılması üzerinedir. Bu şekilde dentin duvarları üzerindeki sert dokunun uyarılarak kök gelişiminin devam ettirilmesi amaçlanır.<sup>90</sup> Bahsedilen bu revaskülarizasyon yönteminin kök gelişimini tamamlamamış nekrotik pulpalı daimi dişler için geliştirilen bir çeşit rejeneratif tedavi biçimi olmasının yanı sıra bazı durumlarda benzer tekniklerin yatay kök kırıklarında sert doku iyileşmesini uyarmak için de kullanılabileceği belirtilmiştir.<sup>91</sup> Enfekte pulpalı olgunlaşmamış dişlerin endodontik tedavisi, açık apeks ve ince dentinal duvarlara bağlı olarak zorlayıcıdır.<sup>92</sup> Ek olarak olgunlaşmamış dişler özellikle servikal bölgeden kırığa duyarlıdır.<sup>11</sup> Mine-sement birleşim bölgesindeki ince dentin duvarları çoğunlukla sekonder yaralanmalar sonucu kırılır( çiğneme kuvvetleri, minör travma) ve çoğunlukla onarılamaz halde kalırlar.<sup>8</sup>

Başarılı endodontik tedaviye rağmen, bu dişlerin % 28-77'sinin kök gelişim evresine bağlı olarak tedavi sırasında veya sonrasında kırılacağı gösterilmiştir. Bu

nedenle bir çok klinisyen gelişiminin erken evrelerinde travmaya maruz kalan ve gelişimi duran dişlerin kötü prognoza sahip olduğunu düşünmektedir.<sup>11</sup>

Bu çalışmamızda Biodentin ve MTA ile yapılan rejeneratif endodontik prosedürün yapay olarak taklit edilmiş olgunlaşmamış dişlerin kırılma direncine etkisi araştırılacaktır.





### 3. MATERYAL METOD

#### 3.1. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda protetik veya periodontal sebeplerden dolayı çekilmiş, sağlam, kök ucu oluşumunu tamamlamış, benzer boyutlarda, tek köklü ve tek kanallı 80 adet üst çene santral dişi kullanıldı (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1.** Çalışmamızda kullanılan çekilmiş dişler

Dişler üzerindeki yumuşak doku artıkları ve diş taşları periodontal küret ile temizlendi. Dişler çalışma başlayıncaya kadar distile suda oda sıcaklığında bekletildi. Çalışmamızda kullanılacak dişlerden bukkolingual ve meziodistal yönde radyografi alınarak pulpal kalsifikasyon gözlenmeyen dişler çalışmaya dahil edildi. Kök yüzeylerinde herhangi bir çatlak veya kırık olup olmadığını anlamak için stereomikroskop (Novex, Arnhem, Hollanda) altında x20 büyütme ile incelendi. Herhangi bir kırığa veya çatlığa sahip olan dişler elimine edildi ve yerine yeni dişler alındı. Her bir diş mine-sement birleşiminden apikale kadar 13 mm kalacak şekilde kök uçlarından kesilerek standardize edildi.

Dişler rastgele 4 gruba ayrıldı; 20 adet diş enstrümante edilmeden pozitif kontrol grubu olarak belirlendi.

Kalan dişler aşağıdaki şekilde hazırlandı:

Giriş kavitesi 4 Nolu elmas ront frez ve Endo Z frez (Şekil 3.2.) kullanılarak yüksek hızlı el aletiyle açıldı.



**Şekil 3.2.** 4 No ront frez ve Endo Z frez

Tüm dişlerin pulpa artıları tirnerf kullanılarak çıkarıldı ve kanallar 60 Nolu K tipi eğeye kadar genişletildi. Olgunlaşmamış dişi taklit etmek amacıyla tüm kanallar 1 den 6 numaraya kadar olan Pieso Reamerlar ile enstrümante edildi (Şekil 3.3).<sup>6</sup>



**Şekil 3.3.** Pieso Reamerlar

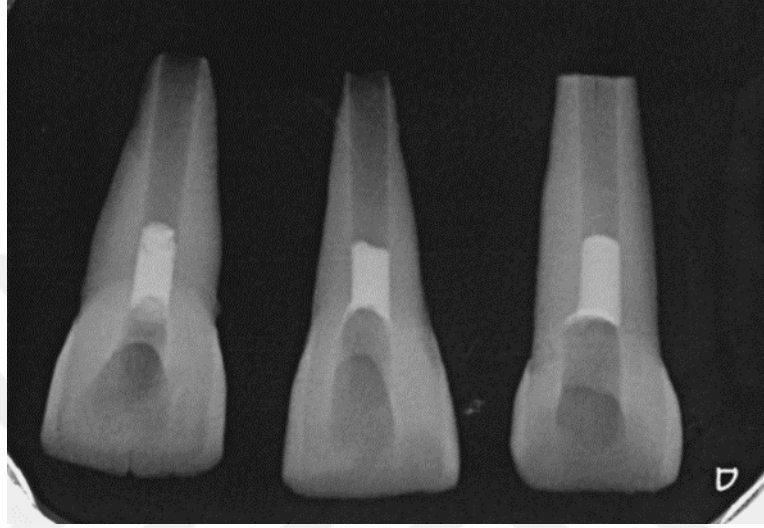
6 Nolu Pieso Reamer apikalden 1 mm çıkınca enstrümantasyon işlemi tamamlandı. Enstrümantasyon sırasında kanallar % 1.5'lük sodyum hipoklorit (NaOCl) ile yıkandı. Preparasyon işlemi tamamlandıktan sonra kanallara metronidazol ve siprofloksasin içeren ikili antibiyotik patı 1:1 oranında karıştırılıp yerleştirildi ve ardından kanallar pamuk pelet ve Cavit(3M ESPE, Germany) ile geçici olarak kapatıldı. Dişler 37°C ve %100 nemli ortamda 4 hafta saklandı. 4 hafta sonra antibiyotik pastası kanallardan uzaklaştırıldı ve %17'lik EDTA ile irrigasyon yapıldı. 20 adet diş negatif kontrol grubu olarak ayrıldı. Ardından kalan 40 diş randomize olarak yapılan intradiküler tedaviye göre Biodentin ve MTA grublarına ayrıldı. MTA tozu (Şekil 3.4.) üreticinin talimatlarına göre distile su ile karıştırıldı ardından lentülo ile kanala yerleştirildikten sonra pluger ile kondanse edildi.



Şekil 3.4. Çalışmamızda kullandığımız MTA

Apikalden MTA taşmasını engellemek amacıyla mine-sement sınırının 3 mm altına ıslak pamuk pelet yerleştirilmiştir. Mine-sement birleşim hattından 3 mm kadar

apikal bölgeye MTA yerleştirilmiştir. MTA'nın sertleşmesi için giriş kavitesi ıslak bir pamuk ve geçici dolgu maddesi ile kapatılmıştır. 24 saat sonra üst dolgu kompozit restorasyonla kapatılmıştır. 72 saat sonra dolum kontrolü amacıyla dişlerden radyograf alınmıştır (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5.** 72 saat sonra dolum kontrolü amacıyla dişlerden alınan radyograf

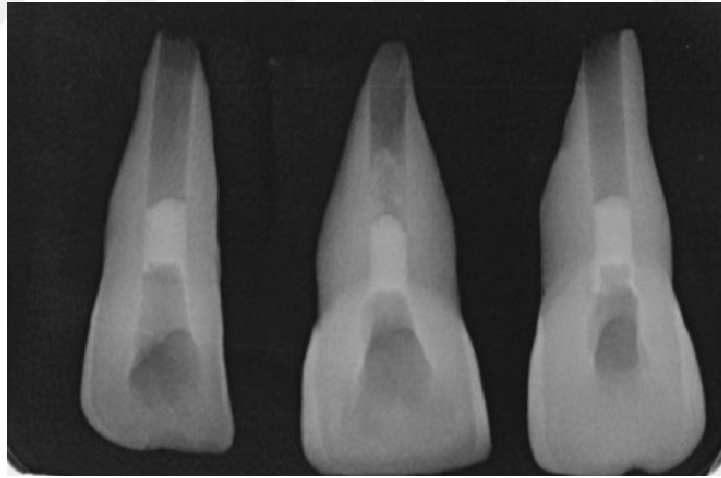
Biodentinin taşmasını engellemek amacıyla mine-sement sınırının 3 mm altına ıslak pamuk pelet yerleştirilmiştir. Biodentin de MTA grubunda olduğu gibi mine-sement hattının 3mm altına kadar kanal içine yerleştirilmiştir (Şekil 3.6).

Sertleşme tamamlandıktan sonra kompozit ile daimi restorasyon yapılmıştır.



**Şekil 3.6.** Çalışmamızda kullanılan Biodentin Materyali

72 saat sonra kök kanal dolgusunun kalitesini değerlendirmek için radyografiler alınmıştır (Şekil 3.7).



**Şekil 3.7.** 72 saat sonra dolum kontrolü amacıyla dişlerden alınan radyograf

Daha sonra 4 gruptaki tüm dişler, fosfat tamponlu salin solüsyonuna(PBS) yerleştirildi ve kırılma direnci açısından test edilinceye kadar 3 ay boyunca %100 nemli ortamda 37°C muhafaza edildi. PBS, 2 haftada bir taze bir solüsyon ile değiştirildi.

### 3.2. Kırma Deneyini

80 adet diş kırma deneyi için 20 mm çapında ve 20 mm yüksekliğinde hazırlanmış plastik silindir kalıplar içerisinde akrilik rezine gömüldü.(Şekil 3.8.)



**Şekil 3.8.** Plastik silindir kalıplara gömülü örnekler

Akrilik rezine gömmeden önce çevre dokuları taklit etmek amacıyla kökler mine-sement birleşiminin 2 mm aşağısından erimiş mum daldırıldı. Bu sayede yaklaşık 0.2-0.3 mm'lik periodontal ligament boşluğu elde edilmiş oldu. Daha sonra dişlerin koronal kısmı dışarıda kalacak şekilde akrilik rezine gömüldü. Alveolar kemik ile diş arasındaki ilişkiyi simule etmek adına akrilik üst kısmı ile bukkal ve lingual mine-sement sınırı arasında 2 mm mesafe bırakıldı.<sup>6</sup>

Polimerizasyon başladığında örnekler çıkarılarak kök yüzeylerindeki mum küret yardımıyla temizlendi ve bu yüzeyler ince bir tabaka halinde enjeksiyon tipi vinylpolsiloxane ölçü maddesi (Elite HD, Zhermack, İtalya) ile kaplandı ve tekrar akrilik rezin içerisine gömülerek polimerizasyon için bekletildi (Şekil 3.9).<sup>93</sup>



**Şekil 3.9.** Vinylpolsiloxane ölçü maddesi

Kırma deneyi için protez laboratuvarında bulunan Universal test cihazı (UTC) (Instron Corp, ABD) kullanıldı (Şekil 3.10).



**Şekil 3.10.** Universal test cihazı (UTC)

3,6 mm çapında paslanmaz çelik küreyle örnekler üzerine kuvvet uygulandı (Şekil 3.11.). Test makinesinin ucu dişin uzun aksıyla 135 derece açı yapacak şekilde palatinal yüze yerleştirildi (Şekil 3.12).



**Şekil 3.11.** Çalışmamızda kullanılan paslanmaz çelik uç



**Şekil 3.12.** Çalışmamızda kullanılan düzenek ve paslanmaz çelik uç

Kron travmasını taklit etmek amacıyla mine-sement birleşim hattının 3mm üst bölgesinden kronun palatinalinden, 1mm/dk hızında kuvvet uygulanmıştır.<sup>6</sup> Dişlerde kırılma gerçekleştiğinde test makinası durdurularak ekrandaki değerler Newton cinsinden kaydedildi.



### 3.3. İstatistiksel Analiz

Kırma deneyi verilerine göre gruplar arasında homojenite olmadığından farklılıklar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tamhane's Post-Hoc (Çoklu Karşılaştırma) Testi ile istatistiksel olarak analiz edildi ( $p < 0.05$ ). Normalite testi olarak verilerin dağılımı Kolmogorov-Smirnov Testi ile incelenmiştir ( $p > 0.05$ ).



## 4. BULGULAR

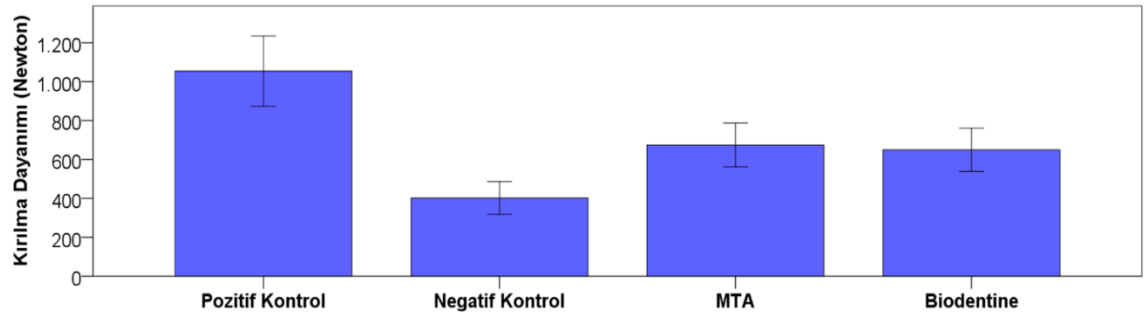
Tüm dişler kökün servikal alanı boyunca 135 derece açı ile kuvvet uygulanmasına bağlı olarak yatay veya dikey olarak kırıldı. Kırılma dirençleri Universal test cihazı kullanarak Newton (N) cinsinden tespit edildi.

### Kırılma Deneyi Bulguları

Kırılma deneyi bulgularına ait değerler Tablo 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Kırılma Değerleri ve Standart Sapmaları (Newton)

	N	Ortalama	Standart Sapma
<b>MTA</b>	20	674,1900000	240,8032193
<b>Biodentine</b>	20	649,5800000	237,2668997
<b>Poz. Kontrol</b>	20	1053,840000	385,9044038
<b>Neg. Kontrol</b>	20	401,8900000	179,2074479
<b>Toplam</b>	80	694,8750000	354,9750975



**Şekil 4.1.** Kırılma Değerlerinin Sütun Grafikle Karşılaştırılması

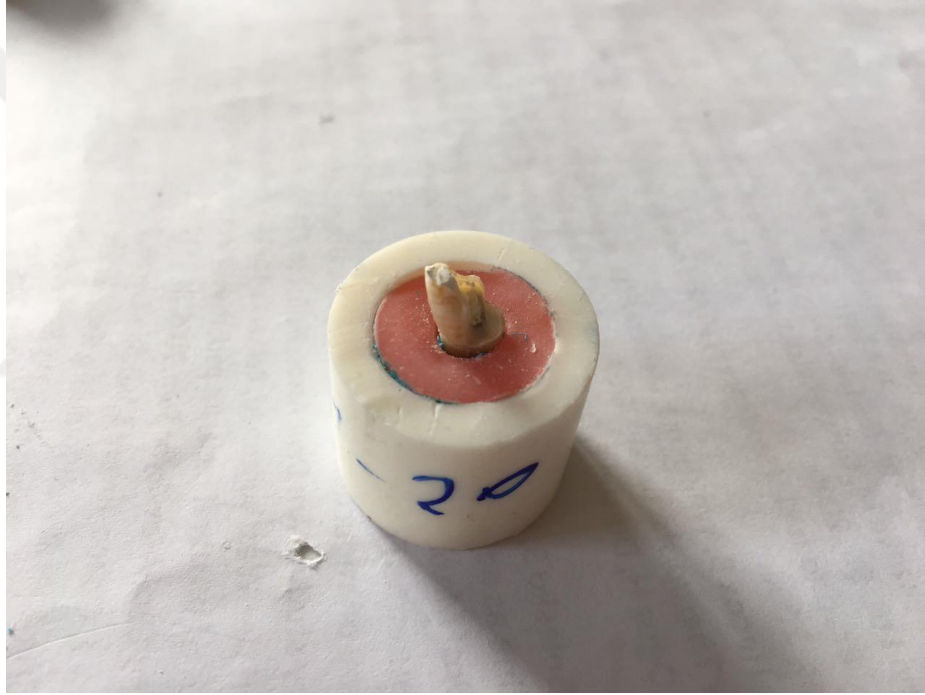
Kırılma değerleri arasında farklılıkların bulunduğu ve bu farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu görüldü ( $p < 0.05$ ).

MTA ve Biodentin gruplarının kırılma dirençleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamaktadır ( $p = 1,000$ ). Pozitif kontrol grubunun kırılma direnci MTA ( $p = 0,004$ ),

Biodentin ( $p=0,002$ ) ve negatif kontrol ( $p=0,00$ ) gruplarından anlamlı derecede yüksektir ( $p<0,05$ ). Negatif kontrol grubu diğer gruplara kıyasla en düşük kırılma direncini göstermiştir ( $p<0,05$ ).

Mine-sement birleşiminin üzerinde meydana gelen kırıklar restorasyon yapılabilen kırıklar olarak kabul edildi (Şekil 4.2, 4.3).

Mine-sement birleşiminin 1 mm altı veya aşağısına uzanan kırık hatları, restorasyon yapılamayan kırıklar olarak kabul edildi.<sup>94</sup>(Şekil 4.4,4.5.,4.6.)<sup>95</sup>



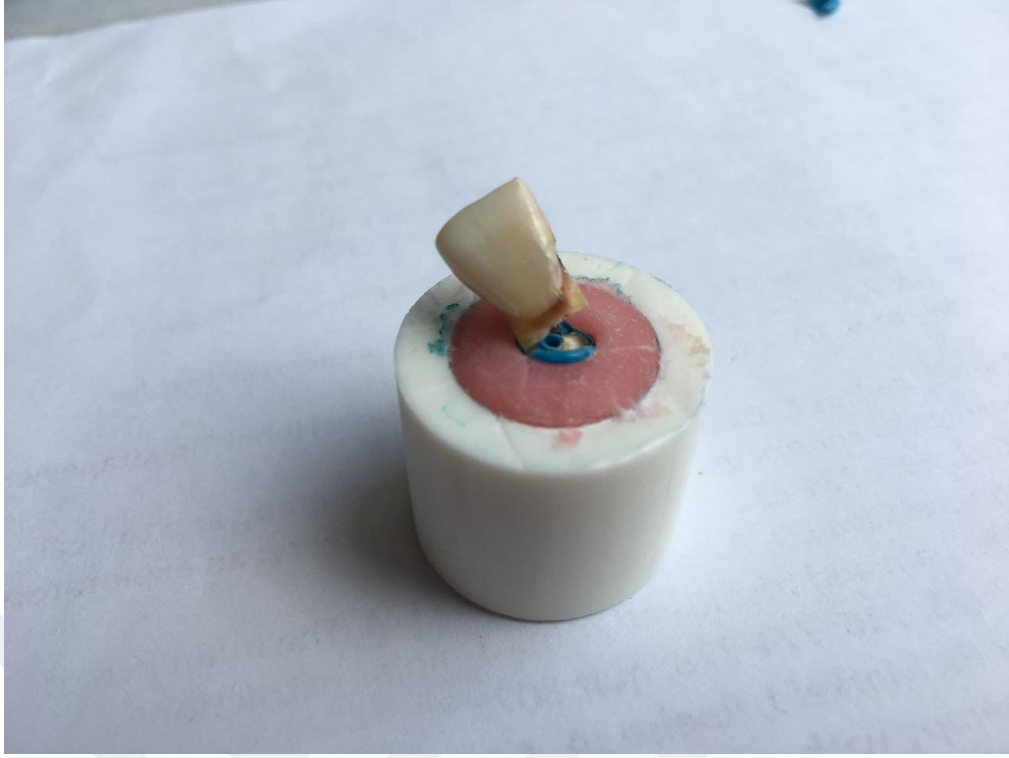
**Şekil 4.2.** Mine-sement sınırını geçmeyen restore edilebilir kırık



**Şekil 4.3.** Mine-sement sınırını geçmeyen restore edilebilir kırık



**Şekil 4.4.** Mine-sement sınırını geçen restore edilemeyen kırık



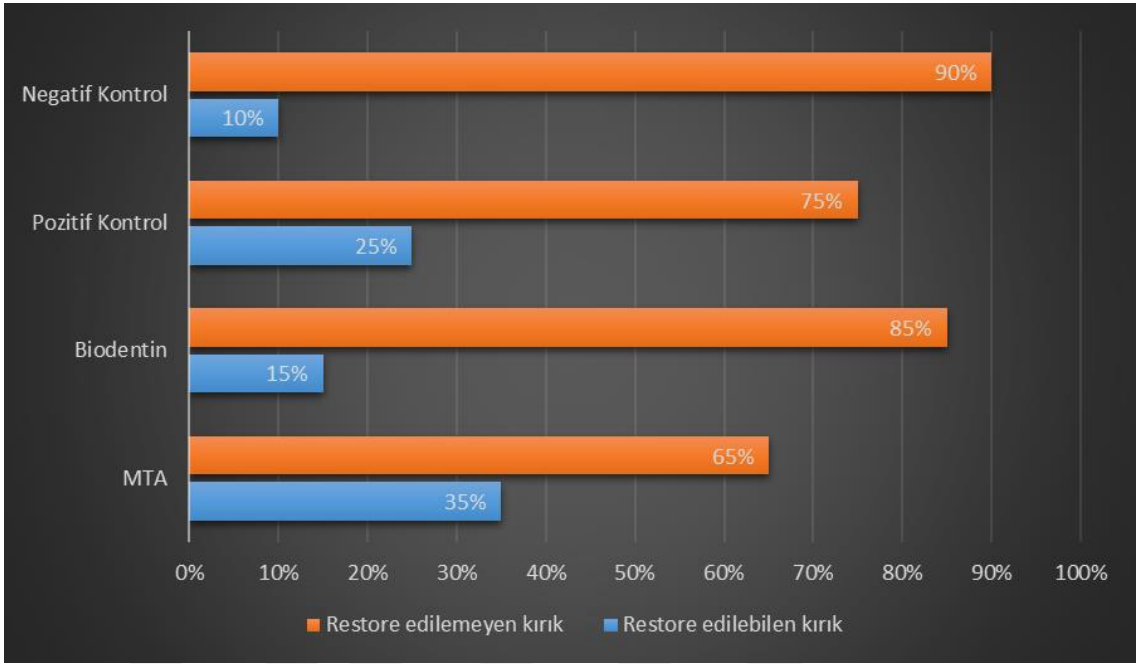
**Şekil 4.5.** Mine-sement sınırını geçen restore edilemeyen kırık



**Şekil 4.6.** Mine-sement sınırını geçen restore edilemeyen kırık

Gruplar arasındaki kırık tipine göre restore edilebilirlik durumları Tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Kırık tiplerinin gruplara göre dağılımı



Kırık tiplerine göre gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

## 5. TARTIŞMA

Daimi olgunlaşmamış dişlerde pulpa nekrozu ve enfeksiyon insidansı sıklıkla servikal bölgede kırılmaya eğilimli olan ince kanal duvarları nedeniyle tedavi ve prognoz açısından zorlu bir klinik durumu temsil eder.<sup>16, 96</sup> Kök gelişimini tamamlamamış daimi dişlerde periradiküler bölgede patoloji varlığında dahi kök kanalının apikalinde vitalitesini koruyabilmiş pulpa hücreleri bulunabilir. Bu hücreler, enflamasyona ve destrüksiyona karşı daha dirençli olan hertwig epitel kök kını hücrelerinin organize olması ile odontoblast hücrelerine diferansiye olarak yeni matriks oluşumunun indüklendiği savunulmuştur.<sup>97</sup>

Fonksiyonel pulpa dokusunun rejenerasyonu, enfekte kök kanallı olgunlaşmamış daimi dişin apeksifikasyonuna alternatif bir tedavi yöntemi olarak düşünülür.<sup>96</sup> Yapılan yeni çalışmalar dişin kırılma direncinden ödün vermeden rejenerasyona imkan sağlayan yeni materyal ve prosedürleri hedeflemektedir. Yaptığımız bu çalışmamızda Biodentin ve MTA ile yapılan rejeneratif endodontik prosedürün, yapay olarak taklit edilmiş olgunlaşmamış köke sahip dişlerin kırılma dirençlerine etkisini araştırdık.

Rejeneratif endodontik prosedürler, pulpa-dentin kompleksindeki hücrelere ek olarak dentin ve kök yapısında içeren zarar görmüş yapıların yenisi ile yer değiştirmesini sağlayan biyolojik temelli işlemler olarak tanımlanır.<sup>28</sup> Endodontide rejeneratif prensiplerin uygulamaya aktarılabilmesi için doku mühendisliği uygulamalarına gereksinim vardır. Doku mühendisliğinin triadı; kök hücreler, doku iskelesi ve indükleyici morfogenetik sinyaller şeklinde tanımlanabilir.<sup>27</sup> Dolayısı ile rejeneratif endodontik tedavilerde kök hücreler başrol oynamaktadırlar. Apikal papilla ve buradan kaynaklı kök hücreler ilk kez 2006 yılında tanımlanmıştır.<sup>98</sup> Dental pulpanın öncü dokusu olan apikal papilla kök hücreleri, üst dental papilladan izole edilen kök hücrelerdir. Apikal papilla kök hücrelerinin önemli bir kaynağı 3. molarlar ve açık

apikalli dişlerdir.<sup>99</sup> Apikal papilla, yüksek proliferasyon yeteneği ve odontojenik diferensiyasyon kapasitesi olan diferansiye olmamış mezenkimal kök hücrelerden zengindir.<sup>100</sup> Apikal papilla kök hücreleri hertwig epitel kök kını hücreleri tarafından düzenlenir. Hertwig epitel kını, kök gelişiminin ve şeklinin oluşturulmasında rol alır.<sup>101</sup> Kök kanalının apikalinde bulunan apikal papilla, rejeneratif endodontik tedaviler için kullanılabilir olan kök hücreler açısından bir rezervuar görevi görmektedir.

2011 yılında yapılan bir çalışmada, rejeneratif prosedürün bir basamağı olan apikal bölgenin stimüle edilip kanama elde edilmesiyle bu bölgede mezenkimal kök hücrelerin varlığı değerlendirilmiştir.<sup>102</sup> Çalışmada rejeneratif işlemler sırasında, önemli miktardaki mezenkimal kök hücrenin kök kanal boşluğu içerisine doğru ilerlediğini bildirmişlerdir ve mezenkimal kök hücre markerlarının salınımında 700 kattan daha fazla bir artış ile sonuçlandığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, bu hücrelerin klinik örneklerinden kültür elde edilip, eş odaklı mikroskop altında incelenmiştir.

Bu çalışma ile ilk defa rejeneratif endodontik tedavilerinin kök hücre temeline dayandığı gösterilmiştir.

Apikal periodontitis ve apikal apse varlığında dahi, kök kanalı içerisine önemli konsantrasyonda mezenkimal kök hücrelerin ilerlediği bildirilmiştir. Bu durumda önemli olan noktanın bu hücrelerin sağ kalma potansiyelleri olduğu vurgulanmıştır.<sup>21</sup>

Kök gelişiminin devam ettirilmesi ve rejeneratif endodontik tedavi yöntemi ile kök kanalı içerisinde yeni doku oluşumu ile ilgili pek çok teori bulunmaktadır.

Kök gelişimini tamamlamamış daimi dişlerde periradiküler bölgede patoloji varlığında dahi kök kanalının apikalinde vitalitesini koruyabilmiş pulpa hücreleri bulunabilir. Bu hücreler, enflamasyona ve destrüksiyona karşı daha dirençli olan hertwig epitel kök kını hücrelerinin organize olması ile odontoblast hücrelerine diferansiye olarak yeni matriks oluşumunu indüklediği savunulmuştur.<sup>97</sup>



Kök gelişiminin devam ettirilmesi ile ilgili diğer mümkün olan başka bir teoride multipotent dental pulpa kök hücreleri (DPKH) ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. DPKH daimi olgunlaşmamış dişlerde yüksek konsantrasyonda, apikal bölgede dentinal duvarlarda bulunabilmektedirler. Multipotent dental pulpa kök hücrelerinin odontoblastlara diferansiye olarak tersiyer veya atübüler dentin birikimiyle kök gelişiminin devamlılığının sağlanabileceği ileri sürülmüştür.<sup>103</sup> Kabul edilebilecek üçüncü mekanizmanın periodontal ligament kök hücrelerinin varlığı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu hücreler apikal bölgeye ve kök kanalı içerisine prolifer olup, her iki bölgede de sert doku birikimini sağlamaktadır.<sup>104</sup>

Diğer bir mekanizmada ise kök kanalı içerisinde oluşan pıhtının büyüme faktörleri içermesinden dolayı rejenerasyonda önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Oluşan pıhtı, plateletten zengin büyüme faktörü, vasküler endotelial büyüme faktörü, plateletten zengin epitelyal büyüme faktörü ve doku büyüme faktörü içermektedir. Tüm bu faktörler, yeni oluşan doku matriksinde immatür ve diferansiye olmamış mezenkimal kök hücrelerin fibroblast, odontoblast, sementoblast gibi hücrelere dönüşmesini stimüle etmektedir.<sup>105</sup>

Cooke ve Rowbotham<sup>106</sup>'a göre apikal bölgede enfeksiyonun ortadan kaldırılması sonrasında canlı kalan hertwig epitel kını artıkları, apikal mezodermal dokuyu kök komponentlerine çevirebilirler. Enfekte açık apeksli dişlerde uygun dezenfeksiyon işlemlerinin ardından kök gelişiminin tamamlanabilmesi enfeksiyona karşın canlılığını koruyabilen apikal papilla kök hücresi varlığına bağlıdır. Kök kını ve apikal papilla kök hücresi gibi hücrelerin, enfeksiyonunun eliminasyonu sonrası canlı kalabilmesi gerekmektedir.

Sonoyoma ve ark.<sup>107</sup> yaptığı çalışma, apikal papilladaki kök hücrelerinin keşfi ile enfekte açık apeksli dişlerin periradiküler periodontitis ya da apse varlığında bile

apeksogenezisi sürdürmelerine açıklık getirmektedir. Apikal papilladaki kök hücreleri periapikal dokulara komşulukları sonucunda enfeksiyonla mücadele etmektedir. Böylece endodontik dezenfeksiyon sonrası canlı kalan Hertwig epitel kımı etkisi ile bu hücreler kök gelişimini sürdürecektir primer odontoblastlara dönüşmektedirler.

Rejeneratif endodontik tedavilerde kanal içi medikament kullanımının kök kanalı dekontaminasyonunun azaltılmasında etkili olduğu bildirilmiştir.<sup>108</sup> Bu amaçla üçlü antibiyotik patı,kalsiyum hidroksit veya klorheksidin jel 1-4 hafta süreyle kullanılmıştır.<sup>109-111</sup> Kök kanal sistemindeki enfeksiyonların hem aerob hem de anaerob bakteri türlerinin neden olduğu polimikrobial bir patolojik durum olduğu düşünülmektedir. Kök kanal enfeksiyonlarının kompleksliğinden dolayı kök kanal sisteminde tek bir antibiyotikle aseptik bir mikroçevre oluşturulması mümkün olmayabilir. Bundan dolayı birden çok antibiyotiğin kombine olarak kullanılması uygun görülmüştür. Bu konudaki en umut verici kombinasyonun metronidazol, siprofloksasin ve minosiklin olduğu bildirilmiştir.<sup>49</sup> Metronidazol, siprofloksasin ve minosiklinden oluşan üçlü antibiyotik patı, in vitro olarak ilk defa Sato ve ark. tarafından uygulanmıştır.<sup>50</sup> Araştırmacılar üçlü antibiyotik patının *Escherichia coli* tarafından enfekte olmuş dentinin tedavisinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Takushige ve ark.<sup>112</sup> siprofloksasin , metronidazol ve minosiklin içeren üçlü antibiyotik patının periradiküler lezyonlu ön dişlerdeki etkisini değerlendirmişlerdir. Dişetinde şişlik, spontan ağrı, indüklenen ağrı ve çiğneme basıncı ile olan ağrı gibi klinik semptomlar tedaviden sonra ortadan kaybolmuştur. Yalnızca 4 olguda klinik belirti ve semptomlar devam etmiştir. Benzer işlemler uygulanıp tekrarlanan endodontik tedavi ile semptomlar giderilmiştir. Bulunan dişeti abseleri ve fistüller birkaç gün sonra ortadan kaybolmuştur.

Windley ve ark. yaptıkları bir hayvan çalışmasında siprofloksasin, metronidazol ve minosiklinden oluşan üçlü antibiyotik patının, köpeklerin apikal periodontitisli kök gelişimini tamamlamamış daimi dişlerinde etkili bir dezenfeksiyon sağladığını saptamışlardır.<sup>48</sup> Üçlü antibiyotik patı hem bakterisidal (siprofloksasin, metronidazol) hem de bakteriostatik (minosiklin) özellik taşımaktadır. Bu sayede kanal içerisinde revaskularizasyon gerçekleşmekte ve kök gelişimi tamamlanmaktadır. Geniş spektrumlu bir bakterisid olan metronidazolün zorunlu anaeroblara karşı oldukça etkili olduğu bildirilmiştir.<sup>113</sup>

Enfekte pulpalı olgunlaşmamış mandibular premolar dişe uygulanan rejeneratif endodontik tedavi elde edilen ilk başarılı raporda, ikili antibiyotik patı (metronidazol ve siprofloksasin) kök kanal medikamenti olarak kullanılmıştır.<sup>113</sup> 30 ay takibi yapılan vakada periapikal lezyonda ve kök gelişiminde iyileşme gözlenmiştir. Başka bir vaka raporunda, üçlü antibiyotik patı kullanılarak aynı başarılı sonuçlar elde edilmiştir.<sup>30</sup> Bu yazarlar üçlü antibiyotik patı ile pansuman yaparak nekrotik pulpalı ve kronik apselli olgunlaşmamış mandibular premolarları tedavi etmişlerdir. Thibodeau ve Trope 11 hafta boyunca nekrotik olgunlaşmamış santral kesici dişe siprofloksasin, metronidazol ve sefaklor (modifiye üçlü antibiyotik patı) uygulayarak başarılı pulpa revaskularizasyonunu gerçekleştirdiklerini rapor etmişlerdir.<sup>114</sup>

Rejeneratif endodontik tedavilerde üçlü antibiyotik patının başarılı sonuçlarına rağmen bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Koronal renklenme, bakteriyel direnç ve alerjik reaksiyonlar bunlardan bazılarıdır.<sup>115, 116</sup>

Sato ve ark.<sup>50</sup> minosiklinin yalnızca sınırlı periyotlarda kullanılması gerektiğini ve diş renk değişimi riski nedeniyle üçlü antibiyotik pastasında minosiklin alternatifinin bulunmasını önermişlerdir.

Kim ve ark.<sup>116</sup> yaptığı çalışmanın sonucuna göre biyolojik başarısına rağmen dişte renklenme potansiyelinden dolayı minosiklinin kök kanalında kullanımının sınırlı olmasını açıklamışlardır.

Diş renklenmesini önlemek için üçlü antibiyotik patı kök kanalı içerisine yerleştirilmeden önce giriş kavitesinin dentinal duvarlarına dentin bonding ajanı ve kompozit rezin uygulanması tavsiye edilmiştir.<sup>115</sup>

Kim ve ark.<sup>116</sup> üçlü antibiyotik patı yerleştirmeden önce bonding ajanı uygulamasıyla diş renklenmesinin tamamen önlenemediğini göstermişlerdir.

Üçlü antibiyotik patında minosiklin yerine sefaklor kullanımı ile renklenmenin önlenebileceği ileri sürülmüştür.<sup>114</sup>

Çalışmamızda da klinik prosedürü taklit etmek amacıyla metronidazol ve siprofloksasinden oluşan ikili antibiyotik patı kullanılmıştır.

Ruparel ve ark.<sup>117</sup> yaptığı çalışmada ikili ve üçlü antibiyotik patı uygulanan apikal papilla kök hücrelerinin sağ kalım oranları araştırılmış ve istatistiksel fark bulunamamıştır.

Valverde ve ark.<sup>118</sup> kanal içi medikamentlerin antimikrobiyal etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarının sonucuna göre ; kanal içinde kullanılan ikili antibiyotik patının *Enterococcus faecalis* üzerindeki etkisinin üçlü antibiyotik patının etkisiyle aynı olduğu aralarında anlamlı fark olmadığını bildirmiştir.

Yapılan araştırmalar, gelişmekte olan dişlerde görülen travma yaralanmaları en sık üst kesici dişlerde olduğunu göstermektedir.<sup>119</sup>

Çalışmamızda anatomik ve biyolojik varyasyonların önüne geçebilmek için periodontal veya protetik amaçla çekilen, yuvarlak kanallı üst kesici dişler kullanılmıştır.

Dişlerin deney başlangıcına kadar bekletildiği solüsyonlardaki kimyasal maddelerin dişlerin yapısında bir takım değişikliklere neden olabileceği gösterilmiştir.<sup>120</sup> Çekilmiş dişleri bekletme solüsyonu olarak distile su, steril salin solüsyonu ve timol solüsyonu çalışmalarda kullanılmıştır.<sup>121, 122</sup> Distile suyun dentin üzerine çok az etkisi olduğu için bizde diğer çalışmalarda olduğu gibi dişleri çalışmamızda kullanılıncaya kadar distile su içinde beklettik.<sup>123</sup>

Giriş kavitesi su soğutma altında yüksek hızlı el aleti ve elmas uçlu ront frezle açıldı ve dişler mine-sement sınırından itibaren apekse doğru 13 mm olacak şekilde kök uçlarından kesildi. Olgunlaşmamış dişlerin ve açık apeksin taklit edilmesi için kanallar, apekten 1 mm çıkacak şekilde Peeso frezler (1-6) ile enstrümantasyona tabi tutuldu.

Klinik durumu taklit etmek ve rejeneratif endodontik prosedürlerle tedavi edilen olgunlaşmamış bir diş modelinde kök kırılma direncini daha kesin bir şekilde değerlendirmek için, bu çalışmamızın metodolojisi Amerikan Endodontistler Birliği'nin önerdiği prosedürlere göre uygulanmıştır.<sup>6</sup> Bu prosedüre göre kanallar düşük konsantrasyonda %1.5 NaOCI ardından salinle yıkandı. Dezenfeksiyon protokolünü taklit etmek için 1:1 oranında karıştırılan metronidazol ve siprofloksasin içeren ikili antibiyotik pastası kanal içine yerleştirildi. 4 hafta sonra %17'lik EDTA solüsyonu ile kanallardan antibiyotik pastası uzaklaştırıldı.

Örneklerin kırma testi için özel olarak hazırlanan kalıplara yerleştirilmesi ve sabitlenmesi gerekmektedir. Sabitleme ortamı olarak otopolimerizan akrilik ve polimetil metakrilat kullanılabilir.<sup>121</sup> Naumann ve ark.<sup>121</sup> kırılma testlerinde çeşitli test parametrelerinin çalışma sonuçları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmalarda örneklerin gömüldüğü materyal olarak sıklıkla otopolimerizan akrilik resin kullanıldığını tespit etmişlerdir. Biz de çalışmamızda örneklerin gömüleceği materyal olarak otopolimerizan akriliği kullandık.

Örneklere kuvvet uygulayacak olan kırma test cihazının çelik küresinin büyüklüğü de önemlidir. Yapılan çalışmalarda okluzal kuvvet uygulamada, kürenin değim noktaları ve küre büyüklüğü araştırılmıştır. Stampalia ve ark.<sup>124</sup> 3,9-5 mm çapındaki kürelerin, Burke ve ark.<sup>125</sup> 4 mm büyüklüğünde kürelerin kullanımının uygun olacağını bildirmişlerdir. Bizde çalışmamızda örneklere kuvvet uygulamak için 3,6 mm çapında çelik küre kullandık.

Ayrıca kırma testleri uygulanırken örneklere kuvvet uygulayacak kırma test cihazının geliş hızının da önemli olduğu ve normal çiğneme fonksiyonuna yakın bir kuvvet uygulamak için dakikada 1mm'lik hızın yeterli olduğu belirtilmiştir.<sup>121</sup> Bizde çalışmamızda cihazın örnekler üzerine geliş hızını diğer çalışmalardaki gibi 1mm/dk olacak şekilde ayarladık. Dişlerin kırığa direnci in vitro olarak değerlendirildiğinde, periodontal ligamentin simülasyonu kırık modelinde önemli bir rol oynamaktadır. PDL, dişlere yük geldiğinde oluşturulan streslerin dağılımı için önemli bir yapıdır.<sup>126</sup> Soares ve ark.<sup>81</sup> göre, kök gömme yönteminin ve PDL simülasyon türünün kırık modlarını etkileyebilir.

Sirimai ve ark.<sup>93</sup> çalışmalarında örnekleri, dişin doğal destek yapısı ve periodontal ligamentine benzer bir ortam oluşturmak amacıyla akrilik rezin bloklara gömmeden önce ince bir tabaka polivinilsiloksan ölçü maddesi ile kaplamışlardır. Bu madde periodontal ligamenti, akrilik rezin alveolü ve bloklarda kemik soketini taklit etmektedir. Normalde kök yüzeyine gelen rijit kuvvetler bulunmadığından dolayı bu şekilde hazırladıkları deney düzenekleri ile kök yüzeylerine rijit kuvvetlerin gelmesinden kaçınılması sağlanmıştır. Bizde çalışmamızda dişleri akrilik rezine gömerken aynı deney düzeneğini kullandık.

Kırılma direnci testinde , sınıf I oklüzyonda maksiller ve mandibular ön dişler arasındaki ortalama temas açısını taklit etmek için 130°'lik bir yükleme açısı seçildi.<sup>6</sup>

Grande ve ark.<sup>127</sup> kırılma direnci çalışmalarında sıklıkla çekilmiş insan dişi kullanıldığını ve standardizasyon için parametreleri mümkün olduğu kadar minimize etmek için çaba harcanması gerektiğini, buna rağmen bu tür çalışmalarda standart sapmanın geniş aralıkta olduğunu ve bu durumun istatistiksel açıdan kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Kırılma direnci çalışmalarında bu durumun olağan dışı olmadığını, çekilmiş dişlerin anatomik ve morfolojik farklılıklarından dolayı kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Endodontik tedavide kök kanallarının dezenfeksiyonunda farklı irrigasyon solüsyonları kullanılmaktadır, ancak bunlar dentinin kimyasal ve yapısal kompozisyonunu etkilemektedir. Kök kanallarının preparasyonunda, kanal duvarları ve dentin kanalları boyunca oluşan smear tabakası, kanal dolgusunun kanal duvarına adaptasyonunu etkileyen bir bariyer gibi davranır.<sup>128</sup> Smear tabakası literatürlerde çok tartışmalı bir konudur.

Torabinejad ve ark.<sup>129</sup> nın çalışmasına göre dentin kanallarında kalmış ve smear tabakası tarafından hapsedilmiş bakterilerin, smear tabakası uzaklaştırıldığında, dentin tübüllerinin açıldığını ve dentin kanallarındaki bakterilerin, smear tabakasında var olan gruba göre çok daha fazla kolonize olduğunu bildirmişlerdir.

NaOCl'in % 1.5-2.5'lik konsantrasyonlarındaki kullanımı antimikrobiyal etkinliğinin yanında vital ve nekrotik dokuları çözme etkisinden dolayı en çok tavsiye edilen irrigasyon solüsyonudur.<sup>130</sup> Ancak NaOCl'nin tek başına kullanımı kök kanal preparasyonu sırasında oluşan Smear tabakasının inorganik komponentlerini çözememektedir.<sup>131</sup> Genelde araştırmacılar NaOCl ve EDTA beraber kullanımı kök kanal duvarlarından smear tabakasının kaldırılmasında oldukça etkili olduğunu göstermişlerdir.<sup>132</sup>

Uzunoğlu ve ark.<sup>133</sup> 2012 yılında EDTA'nın farklı konsantrasyon ve sürelerde uygulanmasının dişlerin kırılma direncine olan etkisini inceledikleri çalışmalarında, %17'lik EDTA'nın 1 dk. kullanımının dişlerin kök direncini azaltmadığı hatta artırdığını rapor etmişlerdir. Bizde çalışmamızda kanal preparasyonu sırasındaki irrigasyonda %2,5 NaOCI , antibiyotikli patın uzaklaştırılmasında % 2,5 NaOCI ve % 17 EDTA kullandık.

Pulpa boşluğu bariyeri olarak kullandığımız MTA ilk olarak kök ucu dolgu materyali olarak kullanılmış olup, pulpa kuafajı, kök ucu kapatılması ve bifurkasyon perforasyonlarının tamiri gibi çeşitli klinik uygulamalarda da kullanılmıştır.<sup>54, 134</sup>

Perez ve ark.<sup>135</sup> MTA'nın devamlı olarak periodontal ligament dokularının rejenerasyonunu, sement benzeri materyalin apozisyonunu ve kemik formasyonunu teşvik edici özellikte olan ideal bir materyal olduğunu bildirmişlerdir.

Materyalin, ilk olarak gri versiyonu üretilmiş, ancak özellikle ön dişlerde renklemeye neden olduğu için, daha sonra diş renginde olan beyaz MTA piyasaya sürülmüştür.<sup>53</sup> İçerik olarak, beyaz renkli MTA'da tetrakalsiyum aluminoferrit ( $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ ) gibi demir içerikli bileşenlerin olmadığı ve beyaz MTA'nın gri renkliye göre daha küçük partiküller içerdiği bildirilmiştir.<sup>136</sup> Her iki MTA'nın da ağırlık açısından kaba formülasyonu %75 Portland çimentosu, %20 bizmut oksit ve %5 alçı taşıdır.<sup>136</sup>

Camelleri ve ark.<sup>53</sup> SEM ile bu iki ürünün yapılarını inceledikleri çalışmalarında, beyaz MTA'nın iğneye benzer bükük partiküllerin aralara serpiştiği küçük düzensiz partiküllerden oluştuğunu, gri olanının ise hem iğneye benzer bükük ve küçük hem de büyük partiküllerden oluştuğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca MTA'nın yapı bakımından bizmut oksit haricinde Portland simanına benzediği de bildirilmiştir. Beyaz



MTA ile gri MTA arasında içerik açısından tek farkın gri MTA' da bulunan demirin beyaz MTA' da olmamasıdır.

Matt ve ark.<sup>62</sup> beyaz ve gri MTA' nın apikal bariyer olarak etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmada, gri MTA'nın beyaz MTA' ya göre daha az sızıntı yaptığı tespit edilmiştir.

Perez ve ark.<sup>135</sup> beyaz MTA' nın biyouyumluluğunun gri MTA kadar iyi olmadığını bildirmesine karşılık, Camilleri ve ark.<sup>137</sup> iki MTA tipinin biyouyumlulukları arasında fark olmadığını , fakat 28 günden sonra her iki materyalin de uyumluluğunun azaldığını bildirmişlerdir.

Al Nazhan ve Al Judai, MTA'nın *Candida albicans* üzerinde etkili bir ajan olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada gri MTA'nın düşük yoğunluklarının bile *Candida albicans* üzerinde etkili olabildiği, fakat beyaz MTA'nın düşük konsantrasyonlarının benzer etkiyi göstermediği belirlenmiştir.<sup>138</sup>

Baranwal ve ark.<sup>139</sup> yaptığı çalışma, gri MTA'nın kök dentin duvarına adaptasyonu Portland Simanı ve beyaz MTA'ya kıyasla daha iyi olduğunu göstermiştir.

Hayvanlarda yapılan çalışmalar sonucunda MTA'nın komşu periapikal dokularda rejenerasyon meydana gelmesi ve özellikle apikalde sementogenezis oluşması sebebiyle, MTA'nın ideal kök kanal dolgu materyaline en çok yaklaşan materyal olduğu öne sürülmektedir.<sup>55, 59</sup>

MTA'nın toksik özellikleri incelenirken çeşitli hücre tipleriyle çalışılmıştır.<sup>140,</sup>

141

Asrari ve ark.<sup>142</sup> serebro-kortikal hücre kültüründe nöronlar üzerine toksik etkisini değerlendirmişlerdir. En sık kullanılan retrograd dolgu materyallerinden MTA, amalgam, Süper-EBA, Diaket'in nörotoksitesisi incelendiğinde, MTA uygulanan kültürde ilk karıştırıldığında ve 7 gün sonraki kültürde nöron ölümü istatistiksel olarak

anlamalı bulunmazken, amalgam, Süper-EBA ve Diaket uygulanan kültürlerde anlamlı derecede nöron ölümü gözlenmiştir.

Kettering ve ark.<sup>143</sup> MTA'nın mutajenitesini standart Ames mutajenite testi ile sık kullanılan kök ucu dolgu maddeleriyle karşılaştırmışlar, hiçbir deney materyalinin *Salmonella typhimurium* üzerinde mutajenik etki yaratmadığını bildirilmişlerdir.

MTA, çinko oksit öjenol siman ve cam iyonmer simanının fibroblastlar üzerinde antiproliferatif etkilerinin incelendiği bir çalışmada, antiproliferatif etki en az MTA'da, sonra sırasıyla artarak cam iyonmer simanı(GC FUJI II) ve çinko oksit öjenol simanında(IRM) görülmüştür.<sup>144</sup>

Torabinejad ve ark.<sup>55</sup> yaptığı çalışmada, MTA'nın basınç dayanımı 24 saat içinde 40 MPa'a 3 hafta sonra 67.3 MPa'a yükselmiştir.

Andreasen ve ark.<sup>145</sup> yaptıkları çalışmada, MTA'nın, kalsiyum hidroksit ile karşılaştırıldığında olgun koyun dişlerinin servikal fraktür direncini arttırdığını bildirmiştir.

Hatibovic'-Kofman ve ark.<sup>146</sup> koyun dişlerinde kırılma direnci üzerinde MTA ve kalsiyum hidroksitin etkisini karşılaştırmıştır. 1 yıllık bir süre zarfında MTA'nın kırık direncinde sadece % 2'lik bir düşüş meydana gelirken, kalsiyum hidroksit ile doldurulmuş ve muamele edilmemiş örneklerde sırasıyla % 28 ve % 47'lik bir düşüş tespit edilmiştir.

MTA, amalgam ve Dycal'ın sitotoksitelerinin osteoblast hücreleri üzerinde değerlendirildiği bir çalışmada, MTA varlığında daha hızlı hücre büyümesi gerçekleştiği bildirilmiştir.<sup>147</sup>

MTA'nın karıştırma zorluğu, uzun sürede sertleşmesi ve uygulama alanına yerleştirme güçlüğü dezavantajları olarak belirtilmiştir.<sup>67</sup>

Çalışmamızda kullandığımız diğer materyal Biodentin, MTA'ninkine benzer endodontik endikasyonlara ek olarak dentin restoratif materyal olarak kullanıldığı ileri sürülen bir başka ilgi konusu maddedir.<sup>17</sup> Biodentin ; uygulanabilirliği kolay, biyoaktif ve biyouyumlu bir materyaldir.<sup>78, 148</sup>

Biodentin, MTA'ya kıyasla kayda değer bir biyomineralizasyon kabiliyetine sahip materyaldir. Biodentin, dentin-pulpa kompleksi rejenerasyonunun klinik endikasyonları için uygun bir materyal olarak düşünülebilir.<sup>149</sup>

Camilleri ve ark.<sup>79</sup> Biodentinin içeriğiyle ilgili yaptıkları çalışmada materyalin ana maddesinin trikalsiyum silikat olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca Biodentinin toz bileşeninin %15'i kalsiyum karbonattan oluşmaktadır.

Biodentin,, MTA'ya oranla daha hızlı sertleşen bir materyaldir, bu hızlı sertleşme süresinin, parçacık boyutunun artırılması, sıvı bileşene kalsiyum klorür eklenmesi ve sıvı içeriğin azaltılması yoluyla elde edildiği de belirtilmiştir.<sup>70</sup> Sertleşme süresi 9-12 dakikadan daha kısa sürmektedir. Bu sertleşme süresi, diğer kalsiyum silikat materyallerine kıyasla olumlu bir gelişmedir.<sup>72</sup>

Grech ve ark.<sup>150</sup> ,Biodentinin sertleşme süresini araştırmak için çentik oluşturma tekniğini kullanmışlardır. Bu işlem sırasında Vicat aparatı denen bir iğne kullanılmaktadır. Sertleşme zamanı, materyal karıştırıldıktan sonra aparatın materyal üzerinde iz oluşturmadığı ana kadar olan süre olarak ölçülmüştür. Yapılan deney sonucu sertleşme süresi 45 dakika olarak bulunmuştur. Sertleşme süresinin kısa olması karıştırma sıvısına kalsiyum klorürün eklenmesinden kaynaklanmıştır. Biodentinin sertleşme süresi üretici firmaya göre 9-12 dakikadır<sup>72</sup>, Grech ve ark.<sup>150</sup> yaptığı çalışmada bu süre daha uzundur. Bunun nedeni üreticiler sertleşmeye başlangıç süresini baz almalarından kaynaklanmaktadır.

Baskı direnci, hidrofilik simanların temel fiziksel özelliklerinden biri olarak düşünülür. Biodentin gibi ürünlerin önemli bir kullanım alanının vital pulpa tedavileri olduğu göz önüne alındığında, simanın çiğneme kuvvetlerine dayanma kapasitesine sahip olması, başka bir deyişle dış etkenlere karşı dirençli sıkıştırma gücünün olması önemlidir.<sup>73</sup>

Elnaghy ve ark.<sup>6</sup> yaptığı bir çalışmada Biodentin ve MTA ile doldurulan dişlerin kırılma dirençleri arasında fark bulunmamıştır. Bu bulgu Biodentinin enfekte kök kanallı daimi dişlerde rejeneratif endodonti prosedüründe kullanılabileceğini göstermektedir. Olgunlaşmamış dişler için dolum malzemesi olarak kullanıldığında MTA'nın yatay kök kırığına direnci arttırdığı bildirilmiştir.<sup>146, 151</sup> Bununla birlikte, kök dentininin trikalsiyum silikat materyallerle uzun süreli temasının etkisi hakkında tartışmalar vardır.<sup>16, 146</sup>

White JD ve ark.<sup>68</sup> yaptığı çalışmada kök dentini kırılma direncinin  $\text{Ca(OH)}_2$  ve MTA ile uzun süreli temastan sonra azaldığı bildirilmiştir (sırasıyla % 32 ve % 33). Buna ek olarak, mineralize dentinin trikalsiyum silikat materyallerle uzun süreli temasının dentin kollajen matriksinin bütünlüğü üzerine zararlı bir etkisi olduğu gözlenmiştir.<sup>152</sup>

Öte yandan, diğer çalışmalar, kök dentin ile uzun süreli temastan sonra  $\text{Ca(OH)}_2$  yerine trikalsiyum silikat materyaller kullanıldığında olgunlaşmamış köklerin kırığa daha az eğilimli olduğunu bildirmiştir.<sup>16, 146, 153</sup>

Elnaghy yaptığı çalışmada, negatif kontrol grubu ile karşılaştırıldığında Biodentine ve MTA'nın artmış kırılma direncinin açıklaması, sentetik doku sıvısı mevcudiyetinde trikalsiyum silikat materyallerin hidrasyon reaksiyonu yoluyla dentin ve trikalsiyum silikat materyaller arasında hidroksiapatit benzeri bir tabakanın gelişmesine bağlamaktadır.<sup>6, 148</sup>

Trikalsiyum silikat materyaller ile dentin arasında hibrit bir tabaka oluşması, kimyasal bağlantının oluştuğunu bildiren çalışmalar vardır<sup>154</sup>.

El-Ma'aïta ve ark.<sup>154</sup>, yaptıkları bir çalışmada MTA ile doldurulmuş dişlerin vertikal fraktür dirençlerini incelemiştir. Bu çalışmada, hidroksiapatit benzeri bir tabaka oluşması nedeniyle, MTA uygulanan olgun dişlerin dikey kök kırığına karşı direncinin arttığını bildirmişler.

Subramanyam ve ark.<sup>155</sup> yaptığı bir çalışmada, oral doku sıvılarının Mineral Trioksit Agregat (MTA) ve Biodentinin basınç direnci üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Yaptıkları çalışmanın sonucuna göre MTA ve Biodentinin basınç direncinin kan ve tükürük gibi oral doku sıvılarıyla kontaminasyondan önemli ölçüde etkilenmediği sonucuna varmıştır.

Charland ve ark.<sup>156</sup>, kan ile temas eden MTA'nın sertleşme zamanında önemli bir fark olmadığını bildirmiştir.

Thomas ve ark.<sup>157</sup>, pH'nın MTA ve Biodentin basınç direnci üzerindeki etkisini araştırmışlardır ve Biodentinin, asidik ve alkali ortamda MTA'ya kıyasla daha yüksek basınç dayanımına sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Bayram ve ark.<sup>158</sup> kök dolun materyali olarak kullandıkları MTA, Bioaggregate ve Biodentinin kök kırığı direnci üzerindeki etkinliğini, simüle edilmiş olgunlaşmamış premolar dişler üzerinde değerlendirmiştir. Yaptıkları çalışmanın sonucuna göre , dolun yapılmayan dişler(kontrol grubu) MTA, Bioaggregate ve Biodentin dolu dişlere (üç deney grubu) kıyasla daha düşük bir kırılma direnci göstermiştir. MTA, Bioaggregate ve Biodentin grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

White ve ark.<sup>68</sup> , MTA ve sodyum hipokloritin, sıgır dentininin kırılmaya duyarlılığını kontrol grubuna göre sırasıyla % 33 ve % 59 oranında azalttığını bildirmiştir.

Andreasen ve ark.<sup>145</sup>, MTA'nın olgun koyun dişlerin servikal kırılma direncini kalsiyum hidroksitten daha etkili bir şekilde güçlendirdiğini bildirmiştir.

Milani ve ark.<sup>159</sup>, MTA ve kalsiyum açısından zenginleştirilmiş siman karışımının, olgunlaşmamış dişler üzerinde 6 ay sonra belirgin bir güçlendirici etkisi olduğunu vurgulamıştır.

Dentinal tübüllerdeki fibril benzeri yapılar mikromekanik bağlantı yoluyla biodentinin dentin tübüllerine yapışmasından sorumlu olduğu düşünülmektedir.<sup>160</sup>

Guneser ve ark.<sup>161</sup> Biodentinin çekme kuvvetlerine MTA'dan daha dirençli olduğunu göstermiştir.

Bir sonlu elemanlar analiz çalışması, dentine benzer elastik modülü olan malzemelerin zayıf kökleri güçlendirebileceğini göstermiştir.<sup>162</sup> MTA'nın elastik modülü mevcut değildir; ancak, Portland simanının elastik modülü 2 hafta sonra yaklaşık 15-30 GPa'dır.<sup>159</sup> Dentinin yaklaşık 14-18,6 Gpa elastik modülünü göz önüne alarak, trikalsiyum silikat esaslı malzemelerin takviye edici etkisi dentine benzer elastik modül ile açıklanabilir.<sup>162</sup>

Evren ve ark.<sup>163</sup> yaptığı çalışmanın sonuçlarına göre, apikal bariyer olarak MTA, Biodentin ve CEM (kalsiyumdan zengin karışım) kullanılarak ve fiber post ile restorasyon sonrası olgunlaşmamış dişlerin kırılma direnci, kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede artmıştır.

Butt ve ark.<sup>164</sup> biodentinin fiziksel özelliklerini inceledikleri bir çalışmada , materyal 24 saatte 170 MPa basınç direnci göstermiş ve bu değer 28 gün süreyle nemli ortamda bekletildikten sonra 304 MPa'ya kadar önemli bir artış göstermiştir. Basınç dayanımının bu değeri insan dentini (297 ± 24 MPa) için bildirilen değere oldukça yakındır.

Ramos ve ark.<sup>165</sup> yaptığı bir çalışmada diş renk değişikliği, hem MTA hem de Biodentinde tespit edildi, ancak MTA da meydana gelen renk değişikliği Biodentinden daha belirgindi.

Marconyak ve ark.<sup>166</sup> ProRoot MTA(Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, TN), beyaz ProRoot MTA, EndoSequence Root Repair Material (Brasseler USA, Savannah, GA), MTA Angelus (Angelus Solucoes Odontologicas, Londrina, Brazil) ve Biodentinin diş renklenmesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. ERRM (EndoSequence Root Repair Material) ve Biodentin grubunda ; beyaz ProRoot MTA, ProRoot MTA ve MTA Angelus gruplarına göre anlamlı derecede az renklenme meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Grech ve ark.<sup>150</sup> yaptığı çalışmada biodentin, diğer test edilen Intermediate restorative material (IRM) ve Bioaggregate materyallerine kıyasla daha yüksek basınç dayanımını göstermiştir. Yazarlar, bu sonucu, biodentinde kullanılan düşük su / toz oranına bağlı olarak artırılmış mukavemete bağlamaktadır.

Kayahan ve ark.<sup>73</sup> basınç dayanımı değerini başka bir perspektiften değerlendirmiş ve özellikle klinik kullanıma ilişkin sonuçlar çıkarmışlardır. Asit aşındırmanın, mekanik bağlanma sağlanması için Biodentinin uygulanmasından sonraki adımlardan biri olduğunu göz önüne alarak, yazarlar, aşındırma prosedürünü takiben basınç direnci açısından herhangi bir değişiklik olup olmadığını değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar asitle aşındırma prosedüründen sonra uygulanan ProRoot MTA ve Biodentinin 7 gün sonra ki basınç dayanımında bir azalma olmadığını bildirmektedir.

Koubi ve ark.<sup>78</sup> yaptığı bir araştırmada, biodentin posterior restorasyon olarak kullanılmış ve 6 ay sonrasına kadar marjinal adaptasyon gibi uygun yüzey özelliklerini ortaya koymuştur.

Sawyer ve ark.<sup>167</sup> dentinin kalsiyum silikat esaslı materyallerle uzun süre temasının mekanik özelliklerine herhangi bir etkisi olup olmadığını değerlendirmiştir. Biodentin ile MTA Plus'ı karşılaştırdıkları çalışmanın sonuçlarına göre ; %100 nemli ortamda yaşlandırma tekniği kullanılan deneyde her iki materyalin dentinin direncini ve yoğunluğunu değiştirdiğini tespit etmişlerdir. Dentinin dış etkilere karşı direnebilme yeteneği ve dış kuvvetlere karşı direnci, pulpa kaplaması veya apikal dolgu materyali gibi çok ince katmanlarda kullanıldığında kritik bir düzeyde etkilenmeyebilir, ancak tüm kök kanal sisteminin bu materyallerle doldururken veya dentin replasmanı amacıyla kullanırken dikkatli olunması gerektiğini vurgulamışlardır.

Biodentin, MTA'ya kıyasla mekanik özellikleri doğal dentine daha çok benzerdir. Basınç dayanımı, elastikiyet modülü ve mikro sertlik, doğal dentinle kıyaslanabilir. Geliştirilmiş materyal özellikleri nedeniyle, Biodentinin açık apeksli dişlerin tedavisinde en yakın alternatiflerine kıyasla belirgin bir avantajı vardır.<sup>168</sup>



## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

İn vitro olarak gerçekleştirilen çalışmamızda gereç ve yöntem sınırları içerisinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Pulpa boşluğu bariyeri olarak kullanılan Biodentin ve MTA arasında kök kırılma direnci açısından istatistiksel bir fark bulunamamıştır.
- Hem MTA hem de Biodentin, negatif kontrol ile karşılaştırıldığında kırığa daha yüksek direnç göstermiştir.
- Pozitif kontrol grubu kırığa karşı diğer gruplardan daha dirençlidir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre olgunlaşmamış köke sahip dişlerin rejeneratif endodontik tedavisinde Biodentin, MTA' ya alternatif olarak düşünülebilir bir materyaldir.

## KAYNAKLAR

1. Saini HR, Tewari S, Sangwan P, Duhan J, Gupta A. Effect of different apical preparation sizes on outcome of primary endodontic treatment: a randomized controlled trial. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 1309-1315.
2. Ørstavik D, Kerekes K, Molven O. Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study. *International Endodontic Journal*, 1991, 24: 1-7.
3. Theilade E. The microbiology of the necrotic pulp. *Textbook of endodontology*. Blackwell Munksgaard, Oxford, United Kingdom, 2003: 111-129.
4. Forsyth C. Treatment planning for traumatized teeth. 2013, 214: 319
5. Pitt Ford HE PFT. *Harty's Endodontics in Clinical Practice*. 5 Baskı. 2004: 195-213.
6. Elnaghy AM, Elsaka SE. Fracture resistance of simulated immature teeth filled with Biodentine and white mineral trioxide aggregate—an in vitro study. *Dental Traumatology*, 2015.
7. Wilkinson KL, Beeson TJ, Kirkpatrick TC. Fracture resistance of simulated immature teeth filled with resilon, gutta-percha, or composite. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 480-483.
8. Hemalatha H, Sandeep M, Kulkarni S, Yakub SS. Evaluation of fracture resistance in simulated immature teeth using Resilon and Ribbond as root reinforcements—an in vitro study. *Dental Traumatology*, 2009, 25: 433-438.
9. Kerekes K, Heide S, Jacobsen I. Follow-up examination of endodontic treatment in traumatized juvenile incisors. *Journal of endodontics*, 1980, 6: 744-748.
10. Frank AL. Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. *The Journal of the American Dental Association*, 1966, 72: 87-93.

11. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Dental Traumatology*, 1992, 8: 45-55.
12. Chueh L-H, Huang GT-J. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: a paradigm shift. *Journal of endodontics*, 2006, 32: 1205-1213.
13. Östby BN. The role of the blood clot in endodontic therapy An experimental histologic study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 1961, 19: 323-353.
14. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 190-202.
15. Boutsoukis C, Noula G, Lambrianidis T. Ex vivo study of the efficiency of two techniques for the removal of mineral trioxide aggregate used as a root canal filling material. *Journal of endodontics*, 2008, 34: 1239-1242.
16. Tuna EB, Dinçol ME, Gençay K, Aktören O. Fracture resistance of immature teeth filled with BioAggregate, mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Dental Traumatology*, 2011, 27: 174-178.
17. Laurent P, Camps J, De Méo M, Déjou J, About I. Induction of specific cell responses to a Ca<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>-based posterior restorative material. *Dental Materials*, 2008, 24: 1486-1494.
18. Topçuoğlu G, Topçuoğlu HS. Regenerative Endodontic Therapy in a Single Visit Using Platelet-rich Plasma and Biodentine in Necrotic and Asymptomatic Immature Molar Teeth: A Report of 3 Cases. *Journal of endodontics*, 2016, 42: 1344-1346.

19. Katebzadeh N, Dalton BC, Trope M. Strengthening immature teeth during and after apexification. *Journal of endodontics*, 1998, 24: 256-259.
20. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of endodontics*, 1990, 16: 498-504.
21. Diogenes A, Henry MA, Teixeira FB, Hargreaves KM. An update on clinical regenerative endodontics. *Endodontic Topics*, 2013, 28: 2-23.
22. Shah N, Logani A. SealBio: A novel, non-obturation endodontic treatment based on concept of regeneration. *Journal of Conservative Dentistry*, 2012, 15: 328.
23. Paryani K, Kim SG. Regenerative endodontic treatment of permanent teeth after completion of root development: a report of 2 cases. *Journal of endodontics*, 2013, 39: 929-934.
24. Kahler B, Mistry S, Moule A, Ringsmuth AK, Case P, Thomson A, Holcombe T. Revascularization outcomes: a prospective analysis of 16 consecutive cases. *J Endod*, 2014, 40: 333-338.
25. Oruçoğlu H, Sengun A, Yilmaz N. Apical leakage of resin based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. *Journal of endodontics*, 2005, 31: 886-890.
26. Torabinejad M, Kutsenko D, Machnick TK, Ismail A, Newton CW. Levels of evidence for the outcome of nonsurgical endodontic treatment. *Journal of endodontics*, 2005, 31: 637-646.
27. Nakashima M. Bone morphogenetic proteins in dentin regeneration for potential use in endodontic therapy. *Cytokine & growth factor reviews*, 2005, 16: 369-376.
28. Murray PE, Garcia-Godoy F, Hargreaves KM. Regenerative endodontics: a review of current status and a call for action. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 377-390.

29. Reddi AH. Role of morphogenetic proteins in skeletal tissue engineering and regeneration. *Nature biotechnology*, 1998, 16: 247-252.
30. Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? *Journal of endodontics*, 2004, 30: 196-200.
31. Kindler V. Postnatal stem cell survival: does the niche, a rare harbor where to resist the ebb tide of differentiation, also provide lineage-specific instructions? *Journal of leukocyte biology*, 2005, 78: 836-844.
32. Fukuda J, Khademhosseini A, Yeh J, Eng G, Cheng J, Farokhzad OC, Langer R. Micropatterned cell co-cultures using layer-by-layer deposition of extracellular matrix components. *Biomaterials*, 2006, 27: 1479-1486.
33. Venugopal J, Ramakrishna S. Applications of polymer nanofibers in biomedicine and biotechnology. *Applied biochemistry and biotechnology*, 2005, 125: 147-157.
34. Huang GT-J, Sonoyama W, Chen J, Park SH. In vitro characterization of human dental pulp cells: various isolation methods and culturing environments. *Cell and tissue research*, 2006, 324: 225.
35. Sharma B, Elisseeff JH. Engineering structurally organized cartilage and bone tissues. *Annals of biomedical engineering*, 2004, 32: 148-159.
36. Guo T, Zhao J, Chang J, Ding Z, Hong H, Chen J, Zhang J. Porous chitosan-gelatin scaffold containing plasmid DNA encoding transforming growth factor- $\beta$ 1 for chondrocytes proliferation. *Biomaterials*, 2006, 27: 1095-1103.
37. Taylor M, Daniels A, Andriano K, Heller J. Six bioabsorbable polymers: in vitro acute toxicity of accumulated degradation products. *Journal of applied biomaterials*, 1994, 5: 151-157.

38. Burcak Cengiz S, Batirbaygil Y, Onur MA, Atilla P, Asan E, Altay N, Cehreli ZC. Histological comparison of alendronate, calcium hydroxide and formocresol in amputated rat molar. *Dental Traumatology*, 2005, 21: 281-288.
39. Dhariwala B, Hunt E, Boland T. Rapid prototyping of tissue-engineering constructs, using photopolymerizable hydrogels and stereolithography. *Tissue engineering*, 2004, 10: 1316-1322.
40. Alhadlaq A, Mao JJ. Tissue-engineered osteochondral constructs in the shape of an articular condyle. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87: 936-944.
41. Sanjana NE, Fuller SB. A fast flexible ink-jet printing method for patterning dissociated neurons in culture. *Journal of neuroscience methods*, 2004, 136: 151-163.
42. Bonadio J, Smiley E, Patil P, Goldstein S. Localized, direct plasmid gene delivery in vivo: prolonged therapy results in reproducible tissue regeneration. *Nature medicine*, 1999, 5: 753-759.
43. Jüllig M, Zhang WV, Stott NS. Gene therapy in orthopaedic surgery: the current status. *ANZ journal of surgery*, 2004, 74: 46-54.
44. Nakashima M, Tachibana K, Iohara K, Ito M, Ishikawa M, Akamine A. Induction of reparative dentin formation by ultrasound-mediated gene delivery of growth/differentiation factor 11. *Human gene therapy*, 2003, 14: 591-597.
45. Alaçam T. *Kök Kanallarında İlaç Kullanımı*. Baskı. Özyurt Matbaacılık İşitler, Ankara, 2012: 673-688.
46. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1983, 55: 307-312.

47. Waltimo T, Trope M, Haapasalo M, Ørstavik D. Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *Journal of endodontics*, 2005, 31: 863-866.
48. Windley W, Teixeira F, Levin L, Sigurdsson A, Trope M. Disinfection of immature teeth with a triple antibiotic paste. *Journal of endodontics*, 2005, 31: 439-443.
49. Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, Uematsu H, Sato M, Kota K, Iwaku M. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *International Endodontic Journal*, 1996, 29: 125-130.
50. Sato I, Ando-Kurihara N, Kota K, Iwaku M, Hoshino E. Sterilization of infected root-canal dentine by topical application of a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline in situ. *International Endodontic Journal*, 1996, 29: 118-124.
51. Metzger Z, Basrani B, HE G. *Instruments, Materials, and Devices, Cohen's Pathways of the pulp*. 10 Bask1. St. Louis, Missouri, Kenneth M. Hargreaves SC, 2011: 253-255.
52. Pariookh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 16-27.
53. Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Ford TRP. The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dental Materials*, 2005, 21: 297-303.
54. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 1999, 25: 197-205.

55. Torabinejad M, Hong C, McDonald F, Ford TP. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of endodontics*, 1995, 21: 349-353.
56. Shah PM, San Chong B, Sidhu SK, Ford TRP. Radiopacity of potential root-end filling materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 1996, 81: 476-479.
57. Estrela C, Bammann LL, Estrela C, Silva RS, Pécora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J*, 2000, 11: 3-9.
58. Stowe TJ, Sedgley CM, Stowe B, Fenno JC. The effects of chlorhexidine gluconate (0.12%) on the antimicrobial properties of tooth-colored ProRoot mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 2004, 30: 429-431.
59. Holland R, De Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PF, Dezan E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *Journal of endodontics*, 1999, 25: 161-166.
60. Torabinejad M, Ford TRP, McKendry DJ, Abedi HR, Miller DA, Kariyawasam SP. Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as a root-end filling in monkeys. *Journal of endodontics*, 1997, 23: 225-228.
61. Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Ford TRP. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *Journal of endodontics*, 1995, 21: 109-112.
62. Matt GD, Thorpe JR, Strother JM, McClanahan SB. Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one-or two-step apical barrier technique. *Journal of endodontics*, 2004, 30: 876-879.



63. Schwartz RS, Mauger M, Clement DJ, Walker WA. Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 1999, 130: 967-975.
64. Torabinejad M, Hong C, Ford TP, Kettering J. Antibacterial effects of some root end filling materials. *Journal of endodontics*, 1995, 21: 403-406.
65. Holland R, de SOUZA V, Nery MJ, Faraco Júnior IM, Bernabé P, Otoboni Filho JA, Dezan Júnior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. *Braz Dent J*, 2001, 12: 3-8.
66. Estrela C, Pesce HF. Chemical analysis of the liberation of calcium and hydroxyl ions from calcium hydroxide pastes in connective tissue in the dog. Part I. *Braz Dent J*, 1996, 7: 41-46.
67. Joffe E. Preserving tooth vitality. *Operative Dentistry-University Of Washington-*, 2003, 28: 465-468.
68. White JD, Lacefield WR, Chavers L, Eleazer PD. The effect of three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. *Journal of endodontics*, 2002, 28: 828-830.
69. Simon S, Smith A. Regenerative endodontics. *British dental journal*, 2014, 216: E13-E13.
70. Malkondu Ö, Kazandağ MK, Kazazoğlu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *BioMed research international*, 2014, 2014.
71. Priyalakshmi S, Ranjan M. Review on Biodentine-a bioactive dentin substitute. *J Dent Med Sci*, 2014, 13: 51-57.

72. Biodentine-Septodont R. Department: Biodentine. Active biosilicate technology. Scientific file.
73. Kayahan MB, Nekoofar MH, McCann A, Sunay H, Kaptan RF, Meraji N, Dummer PM. Effect of Acid Etching Procedures on the Compressive Strength of 4 Calcium Silicate–based Endodontic Cements. *Journal of endodontics*, 2013, 39: 1646-1648.
74. Camilleri J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 2008, 41: 408-417.
75. Tay FR, Pashley DH, Rueggeberg FA, Loushine RJ, Weller RN. Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the Portland cement component of white mineral trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 1347-1351.
76. Linlin H, Okiji T, Okawa S. Morphological and chemical analysis of different precipitates on mineral trioxide aggregate immersed in different fluids. *Dental materials journal*, 2010, 29: 512-517.
77. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Characterization of set intermediate restorative material, Biodentine, Bioaggregate and a prototype calcium silicate cement for use as root-end filling materials. *International Endodontic Journal*, 2013, 46: 632-641.
78. Koubi G, Colon P, Franquin J-C, Hartmann A, Richard G, Faure M-O, Lambert G. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth—a prospective study. *Clinical oral investigations*, 2013, 17: 243-249.
79. Camilleri J. Investigation of Biodentine as dentine replacement material. *Journal of dentistry*, 2013, 41: 600-610.

80. Doyon GE, Dumsha T, von Fraunhofer JA. Fracture resistance of human root dentin exposed to intracanal calcium hydroxide. *Journal of endodontics*, 2005, 31: 895-897.
81. Soares CJ, Santana FR, Silva NR, Pereira JC, Pereira CA. Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 603-606.
82. Zhou H-m, Shen Y, Wang Z-j, Li L, Zheng Y-f, Häkkinen L, Haapasalo M. In vitro cytotoxicity evaluation of a novel root repair material. *Journal of endodontics*, 2013, 39: 478-483.
83. Petersson E, Andersson L, Sörensen S. Traumatic oral vs non-oral injuries. *Swedish dental journal*, 1996, 21: 55-68.
84. Altun C, Ozen B, Esenlik E, Guven G, Gürbüz T, Acikel C, Basak F, Akbulut E. Traumatic injuries to permanent teeth in Turkish children, Ankara. *Dental Traumatology*, 2009, 25: 309-313.
85. Andreasen J, Andreasen F. Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. *Copenhagen: Munksgaard*, 1993: 216-256.
86. Robertson A, Robertson S, Noren J. A retrospective evaluation of traumatized permanent teeth. *International journal of paediatric dentistry*, 1997, 7: 217-226.
87. Alacam A. *Travma Nedeniyle Oluşan Diş Yaralanmaları ve Tedavileri*. Baskı. Endodonti, İskitler, Ankara, Özyurt Matbaacılık,, Alacam, T., 2012: 1014-1017.
88. Wang P, He W, Sun H, Lu Q, Ni L. Detection of vertical root fractures in non-endodontically treated molars using cone-beam computed tomography: a report of four representative cases. *Dental Traumatology*, 2012, 28: 329-333.
89. Varshosaz M, Tavakoli MA, Mostafavi M, Baghban AA. Comparison of conventional radiography with cone beam computed tomography for detection of

- vertical root fractures: an in vitro study. *Journal of oral science*, 2010, 52: 593-597.
90. Wigler R, Kaufman AY, Lin S, Steinbock N, Hazan-Molina H, Torneck CD. Revascularization: a treatment for permanent teeth with necrotic pulp and incomplete root development. *Journal of endodontics*, 2013, 39: 319-326.
91. Chaniotis A. The use of MTA/blood mixture to induce hard tissue healing in a root fractured maxillary central incisor. Case report and treatment considerations. *International Endodontic Journal*, 2014, 47: 989-999.
92. Bortoluzzi E, Souza E, Reis JMdsN, Esberard R, Tanomaru-Filho M. Fracture strength of bovine incisors after intra-radicular treatment with MTA in an experimental immature tooth model. *International Endodontic Journal*, 2007, 40: 684-691.
93. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 1999, 81: 262-269.
94. Moosavi H, Maleknejad F, Kimyai S. Fracture resistance of endodontically-treated teeth restored using three root-reinforcement methods. *J Contemp Dent Pract*, 2008, 9: 30-37.
95. Silva GR, Santos-Filho PC, Simamoto-Junior PC, Martins LR, Mota AS, Soares CJ. Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Braz Dent J*, 2011, 22: 230-237.
96. Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. Treatment options: biological basis of regenerative endodontic procedures. *Journal of endodontics*, 2013, 39: S30-S43.
97. Saad AY. Calcium hydroxide and apexogenesis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1988, 66: 499-501.

98. Sonoyama W, Liu Y, Fang D, Yamaza T, Seo B-M, Zhang C, Liu H, Gronthos S, Wang C-Y, Shi S. Mesenchymal stem cell-mediated functional tooth regeneration in swine. *PloS one*, 2006, 1: e79.
99. Lymperi S, Ligoudistianou C, Taraslia V, Kontakiotis E, Anastasiadou E. Dental stem cells and their applications in dental tissue engineering. *The open dentistry journal*, 2013, 7: 76.
100. Huang GT-J, Sonoyama W, Liu Y, Liu H, Wang S, Shi S. The hidden treasure in apical papilla: the potential role in pulp/dentin regeneration and bioroot engineering. *Journal of endodontics*, 2008, 34: 645-651.
101. Xu L, Tang L, Jin F, Liu XH, Yu JH, Wu JJ, Yang ZH, Wang YX, Duan YZ, Jin Y. The apical region of developing tooth root constitutes a complex and maintains the ability to generate root and periodontium-like tissues. *Journal of periodontal research*, 2009, 44: 275-282.
102. Lovelace TW, Henry MA, Hargreaves KM, Diogenes A. Evaluation of the delivery of mesenchymal stem cells into the root canal space of necrotic immature teeth after clinical regenerative endodontic procedure. *Journal of endodontics*, 2011, 37: 133-138.
103. Gronthos S, Brahim J, Li W, Fisher L, Cherman N, Boyde A, DenBesten P, Robey PG, Shi S. Stem cell properties of human dental pulp stem cells. *Journal of dental research*, 2002, 81: 531-535.
104. Lieberman J, Trowbridge H. Apical closure of nonvital permanent incisor teeth where no treatment was performed: case report. *Journal of endodontics*, 1986, 9: 257-260.

105. Dali M, Rajbanshi L. Regenerative endodontics: Changes, chances, and challenges of revascularization in pediatric dentistry. *SRM Journal of Research in Dental Sciences*, 2014, 5: 186.
106. Cooke C, Rowbotham T. 'The closure of open apices in non-vital immature incisor teeth'. *British dental journal*, 1988, 165: 420.
107. Sonoyama W, Liu Y, Yamaza T, Tuan RS, Wang S, Shi S, Huang GT-J. Characterization of the apical papilla and its residing stem cells from human immature permanent teeth: a pilot study. *Journal of endodontics*, 2008, 34: 166-171.
108. Aksel H, Serper A. Recent considerations in regenerative endodontic treatment approaches. *Journal of Dental Sciences*, 2014, 9: 207-213.
109. Chen X, Bao Z-F, Liu Y, Liu M, Jin X-Q, Xu X-B. Regenerative endodontic treatment of an immature permanent tooth at an early stage of root development: a case report. *Journal of endodontics*, 2013, 39: 719-722.
110. Chen MH, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, Rosenberg P, Lin L. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. *International Endodontic Journal*, 2012, 45: 294-305.
111. Cehreli ZC, Isbitiren B, Sara S, Erbas G. Regenerative endodontic treatment (revascularization) of immature necrotic molars medicated with calcium hydroxide: a case series. *Journal of endodontics*, 2011, 37: 1327-1330.
112. Takushige T, Cruz E, Asgor Moral A, Hoshino E. Endodontic treatment of primary teeth using a combination of antibacterial drugs. *International Endodontic Journal*, 2004, 37: 132-138.

113. Iwaya Si, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dental Traumatology*, 2001, 17: 185-187.
114. Thibodeau B, Trope M. Pulp revascularization of a necrotic infected immature permanent tooth: case report and review of the literature. *Pediatric dentistry*, 2007, 29: 47-50.
115. Reynolds K, Johnson JD, Cohenca N. Pulp revascularization of necrotic bilateral bicuspids using a modified novel technique to eliminate potential coronal discoloration: a case report. *International Endodontic Journal*, 2009, 42: 84-92.
116. Kim J-H, Kim Y, Shin S-J, Park J-W, Jung I-Y. Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotic therapy: a case report. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 1086-1091.
117. Ruparel NB, Teixeira FB, Ferraz CC, Diogenes A. Direct effect of intracanal medicaments on survival of stem cells of the apical papilla. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 1372-1375.
118. Valverde ME, Baca P, Ceballos L, Fuentes MV, Ruiz-Linares M, Ferrer-Luque CM. Antibacterial efficacy of several intracanal medicaments for endodontic therapy. *Dent Mater J*, 2017, 36: 319-324.
119. O'Mullane DM. Injured permanent incisor teeth: an epidemiological study. *Journal of the Irish Dental Association*, 1972, 18: 160.
120. Goodis H, Marshall G, White J, Gee L, Hornberger B, Marshall S. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. *Dental Materials*, 1993, 9: 79-84.
121. Naumann M, Metzdorf G, Fokkinga W, Watzke R, Sterzenbach G, Bayne S, Rosentritt M. Influence of test parameters on in vitro fracture resistance of post-

- endodontic restorations: a structured review. *Journal of oral rehabilitation*, 2009, 36: 299-312.
122. El Nasr HMA, El Kader KGA. Dentinal damage and fracture resistance of oval roots prepared with single-file systems using different kinematics. *Journal of endodontics*, 2014, 40: 849-851.
123. Strawn S, White J, Marshall G, Gee L, Goodis H, Marshall S. Spectroscopic changes in human dentine exposed to various storage solutions—short term. *Journal of dentistry*, 1996, 24: 417-423.
124. Stampalia L, Nicholls J, Brudvik J, Jones D. Fracture resistance of teeth with resin-bonded restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 1986, 55: 694-698.
125. Burke F, Wilson N, Watts D. The effect of cavity wall taper on fracture resistance of teeth restored with resin composite inlays. *Operative dentistry*, 1992, 18: 230-236.
126. Rees J. An investigation into the importance of the periodontal ligament and alveolar bone as supporting structures in finite element studies. *Journal of oral rehabilitation*, 2001, 28: 425-432.
127. Grande NM, Plotino G, Lavorgna L, Ioppolo P, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Influence of different root canal-filling materials on the mechanical properties of root canal dentin. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 859-863.
128. Okşan T, Aktener B, Şen B, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal*, 1993, 26: 301-305.
129. Torabinejad M, Ung B, Kettering JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *Journal of endodontics*, 1990, 16: 566-569.



130. Oliveira LD, Carvalho CAT, Nunes W, Valera MC, Camargo CHR, Jorge AOC. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2007, 104: e125-e128.
131. Zehnder M. Root canal irrigants. *Journal of endodontics*, 2006, 32: 389-398.
132. Çalt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *Journal of endodontics*, 2002, 28: 17-19.
133. Uzunoglu E, Aktemur S, Uyanik MO, Durmaz V, Nagas E. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid on root fracture with respect to concentration at different time exposures. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 1110-1113.
134. Torabinejad M, Watson T, Ford TP. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *Journal of endodontics*, 1993, 19: 591-595.
135. Perez A, Spears R, Gutmann J, Opperman L. Osteoblasts and MG-63 osteosarcoma cells behave differently when in contact with ProRoot™ MTA and White MTA. *International Endodontic Journal*, 2003, 36: 564-570.
136. Ferris DM, Baumgartner JC. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 2004, 30: 422-424.
137. Camilleri J, Pitt Ford T. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *International Endodontic Journal*, 2006, 39: 747-754.
138. Al-Nazhan S, Al-Judai A. Evaluation of antifungal activity of mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 2003, 29: 826-827.
139. Baranwal AK, Paul ML, Mazumdar D, Adhikari HD, Vyavahare NK, Jhajharia K. An ex-vivo comparative study of root-end marginal adaptation using grey mineral

- trioxide aggregate, white mineral trioxide aggregate, and Portland cement under scanning electron microscopy. *J Conserv Dent*, 2015, 18: 399-404.
140. Keiser K, Johnson CC, Tipton DA. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *Journal of endodontics*, 2000, 26: 288-291.
141. Osorio RM, Hefti A, Vertucci FJ, Shawley AL. Cytotoxicity of endodontic materials. *Journal of endodontics*, 1998, 24: 91-96.
142. Asrari M, Lobner D. In vitro neurotoxic evaluation of root-end-filling materials. *Journal of endodontics*, 2003, 29: 743-746.
143. Kettering JD, Torabinejad M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *Journal of endodontics*, 1995, 21: 537-539.
144. Koulaouzidou EA, Papazisis KT, Economides NA, Beltes P, Kortsaris AH. Antiproliferative effect of mineral trioxide aggregate, zinc oxide-eugenol cement, and glass-ionomer cement against three fibroblastic cell lines. *Journal of endodontics*, 2005, 31: 44-46.
145. Andreasen JO, Munksgaard EC, Bakland LK. Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. *Dental Traumatology*, 2006, 22: 154-156.
146. Hatibović-Kofman Š, Raimundo L, Zheng L, Chong L, Friedman M, Andreasen JO. Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. *Dental Traumatology*, 2008, 24: 272-276.
147. Tani-Ishii N, Hamada N, Watanabe K, Tujimoto Y, Teranaka T, Umemoto T. Expression of bone extracellular matrix proteins on osteoblast cells in the presence of mineral trioxide. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 836-839.

148. Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *International Endodontic Journal*, 2013, 46: 808-814.
149. Han L, Okiji T. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *International Endodontic Journal*, 2011, 44: 1081-1087.
150. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dental Materials*, 2013, 29: e20-e28.
151. Barthel C, Zimmer S, West G, Roulet JF. Bacterial leakage in obturated root canals following the use of different intracanal medicaments. *Dental Traumatology*, 2000, 16: 282-286.
152. Leiendecker AP, Qi Y-P, Sawyer AN, Niu L-N, Agee KA, Loushine RJ, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. Effects of Calcium Silicate-based Materials on Collagen Matrix Integrity of Mineralized Dentin. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 829-833.
153. Hatibovic-Kofman S, Raimundo L, Chong L, Moreno J, Zheng L In *Mineral trioxide aggregate in endodontic treatment for immature teeth*, Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS'06. 28th Annual International Conference of the IEEE, (editör).^(editörler). IEEE: 2006; 2094-2097.
154. EL-Ma'aita AM, Qualtrough AJ, Watts DC. Resistance to vertical fracture of MTA-filled roots. *Dental Traumatology*, 2014, 30: 36-42.
155. Subramanyam D, Vasantharajan M. Effect of Oral Tissue Fluids on Compressive Strength of MTA and Biodentine: An In vitro Study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 2017, 11: ZC94.

156. Charland T, Hartwell GR, Hirschberg C, Patel R. An evaluation of setting time of mineral trioxide aggregate and EndoSequence root repair material in the presence of human blood and minimal essential media. *Journal of endodontics*, 2013, 39: 1071-1072.
157. Thomas B, Chandak M, Patidar A, Kothari H. Effect of pH on the compressive strength of Grey Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*, 1: 47-50.
158. Bayram E, Bayram H. Fracture resistance of immature teeth filled with mineral trioxide aggregate, bioaggregate, and biodentine. *European Journal of Dentistry*, 2016, 10: 220-224.
159. Milani AS, Rahimi S, Borna Z, Jafarabadi MA, Bahari M, Deljavan AS. Fracture resistance of immature teeth filled with mineral trioxide aggregate or calcium-enriched mixture cement: An ex vivo study. *Dent Res J (Isfahan)*, 2012, 9: 299-304.
160. Atmeh A, Chong E, Richard G, Festy F, Watson T. Dentin-cement Interfacial Interaction Calcium Silicates and Polyalkenoates. *Journal of dental research*, 2012, 91: 454-459.
161. Guneser MB, Akbulut MB, Eldeniz AU. Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of biodentine and conventional root perforation repair materials. *Journal of endodontics*, 2013, 39: 380-384.
162. Li L-l, Wang Z-y, Bai Z-c, Mao Y, Gao B, Xin H-t, Zhou B, Zhang Y, Liu B. Three-dimensional finite element analysis of weakened roots restored with different cements in combination with titanium alloy posts. *CHINESE MEDICAL JOURNAL-BEIJING-ENGLISH EDITION*-, 2006, 119: 305.

163. Evren O, Altunsoy M, Tanriver M, Capar ID, Kalkan A, Gok T. Fracture resistance of simulated immature teeth after apexification with calcium silicate-based materials. *European Journal of Dentistry*, 2016, 10: 188.
164. Butt N, Talwar S, Chaudhry S, Nawal R, Yadav S, Bali A. Comparison of physical and mechanical properties of mineral trioxide aggregate and Biodentine. *Indian Journal of Dental Research*, 2014, 25: 692-697.
165. Ramos JC, Palma PJ, Nascimento R, Caramelo F, Messias A, Vinagre A, Santos JM. 1-year In Vitro Evaluation of Tooth Discoloration Induced by 2 Calcium Silicate-based Cements. *J Endod*, 2016, 42: 1403-1407.
166. Marconyak LJ, Jr., Kirkpatrick TC, Roberts HW, Roberts MD, Aparicio A, Himel VT, Sabey KA. A Comparison of Coronal Tooth Discoloration Elicited by Various Endodontic Reparative Materials. *J Endod*, 2016, 42: 470-473.
167. Sawyer AN, Nikonov SY, Pancio AK, Niu L-n, Agee KA, Loushine RJ, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. Effects of calcium silicate-based materials on the flexural properties of dentin. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 680-683.
168. Nayak G, Hasan MF. Biodentine-a novel dentinal substitute for single visit apexification. *Restorative dentistry & endodontics*, 2014, 39: 120-125.

## EKLER

### EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
<b>Adı Soyadı:</b> Yahya GÜVEN <b>Doğum tarihi:</b> 01.10.1990 <b>Doğum Yeri:</b> Ordu <b>Medeni Hali:</b> Bekâr <b>Uyruğu:</b> T.C. <b>Adres:</b> Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, 25240 ERZURUM <b>Tel:</b> 04422311146 <b>Faks:</b> 04422360945 <b>E-mail:</b> Yahyagüven52@outlook.com
Eğitim
<b>Lise:</b> Fatsa Anadolu Öğretmen Lisesi (2009) <b>Lisans:</b> Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi (2009-2014) <b>Yüksek Lisans:</b> Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı (2014-2017) <b>Doktora:</b>
Yabancı Dil Bilgisi
<b>İngilizce:</b> IELTS Score 5.0 <b>Almanca:</b> <b>Rusça:</b>
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar
İlgi Alanları ve Hobiler

## EK-2. ETİK KURUL KARARI



T.C  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI  
ETİK KURULU

Sayı : 45

14.06.2017

### ENDODONTİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

07.06.2017 tarih ve 17 sayılı yazınız ekinde gönderilen ve Yrd. Doç. Dr. Halit ALADAĞ tarafından yürütülecek olan ve Arş. Gör. Dt. Yahya GÜVEN'in birlikte hazırladığı *"Rejeneratif Endodontik Tedavi Protokolüne Göre Pulpa Boşluğu Bariyeri Olarak Biodentin ve MTA Kullanımının Yapay Olarak Taklit Edilmiş Olgunlaşmamış Köke Sahip Dişlerin Kırılma Dirençlerine Etkisi"* başlıklı Uzmanlık Tezi etik kurul başvurusu kurumunuz tarafından incelenmiş olup, konu ile ilgili alınan karar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi arz ve rica ederim.

Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM  
Etik Kurul Başkanı

Eki: Etik Kurul Kararı

---

Adres: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı ERZURUM  
Tel : (442) 2360942




T.C  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI  
ETİK KURULU

Oturum Tarihi: 14/06/ 2017  
Oturum Sayısı: 07/ 2017


KARAR


<b>SORUMLU ARAŞTIRMACI</b>	Yrd. Doç. Dr. Halit ALADAĞ Arş. Gör. Dt. Yahya GÜVEN
<b>Araştırmanın Açık Adı</b>	<i>Rejeneratif Endodontik Tedavi Protokolüne Göre Pulpa Boşluğu Bariyeri Olarak Biodentin ve MTA Kullanımının Yapay Olarak Taklit Edilmiş Olgunlaşmamış Köke Sahip Dişlerin Kırılma Dirençlerine Etkisi</i>
<b>Karar No</b>	45.
<b>Alınan Karar</b>	- Yrd. Doç. Dr. Halit ALADAĞ tarafından yürütülecek olan ve Arş. Gör. Dt. Yahya GÜVEN tarafından hazırlanan " <i>Rejeneratif Endodontik Tedavi Protokolüne Göre Pulpa Boşluğu Bariyeri Olarak Biodentin ve MTA Kullanımının Yapay Olarak Taklit Edilmiş Olgunlaşmamış Köke Sahip Dişlerin Kırılma Dirençlerine Etkisi</i> " konulu Uzmanlık Tezinin Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalmak üzere yapılmak şartıyla kabul edilmesinde bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına mevcut oybirliği ile karar verildi.

  
Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM  
Etik Kurul Başkanı

  
Prof. Dr. A. Berhan YILMAZ

  
Prof. Dr. Ertunç DAYI

  
Prof. Dr. Recep ORBAK  
(İzinli)

  
Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK TOPÇU