

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

**KANAL İÇİ KALSİYUM HİDROKSİT UYGULANMIŞ DIŞLERDE APİKAL  
BARIYERLİ KANAL DOLGULARININ SIZDIRMAZLIK DİRENCİNİN  
İNCELENMESİ**

**Dt. Ayşe Sezgi SARA ERYÜRÜK**

**Pedodonti Programı  
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA  
2014**

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

**KANAL İÇİ KALSİYUM HİDROKSİT UYGULANMIŞ DIŞLERDE APİKAL  
BARIYERLİ KANAL DOLGULARININ SIZDIRMAZLIK DİRENCİNİN  
İNCELENMESİ**

**Dt. Ayşe Sezgi SARA ERYÜRÜK**

**Pedodonti Programı  
DOKTORA TEZİ**

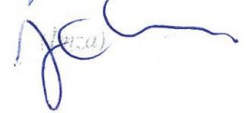
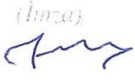
**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Zafer C. ÇEHRELİ**

**ANKARA  
2014**

Anabilim Dalı :Pedodonti  
 Program :Pedodonti  
 Tez Başlığı :Kanal içi kalsiyum hidroksit uygulanmış dişlerde  
 apikal bariyerli kanal dolgularının sızdırmazlık direncinin  
 incelenmesi.  
 Öğrenci Adı-Soyadı :Ayşe Sezgi SARA ERYÜRÜK  
 Savunma Sınavı Tarihi :05.09.2014

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

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Atilla Stephan ATAÇ  
 Hacettepe Üniversitesi Diş Hek. Fak.  
 Tez danışmanı: Prof. Dr. Zafer Cavit ÇEHRELİ  
 Hacettepe Üniversitesi Diş Hek. Fak.  
 Üye: Prof. Dr. Feridun BAŞAK  
 Gülhane Askeri Tıp Akademisi Diş Hek.  
 Fak.  
 Üye: Prof. Dr. Melek Dilek TURGUT  
 Hacettepe Üniversitesi Diş Hek. Fak.  
 Üye: Doç. Dr. Özgür Uyanık  
 Hacettepe Üniversitesi Diş Hek. Fak.



ONAY

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



Prof.Dr. Ersin FADILLOĞLU

Müdür

## TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim boyunca yardımını, desteğini ve bilgilerini esirgemeyen ve bu tezin oluşturulmasında çok büyük emekleri olan değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Zafer Cavit Çehrelî'ye,

Tez örneklerinin hazırlanmasında değerli zamanlarını benimle paylaşan saygıdeğer hocam Sayın Doç. Dr. Özgür Uyanık'a ve sıvı filtrasyon testi uygulama aşamalarında gösterdiği özverili yardımlar için Sayın Yrd. Doç. Dr. Cem Şahin'e,

Doktora eğitimim boyunca bilimsel katkıları ve destekleri için Pedodonti Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Atilla Stephan Ataç'a ve değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Seval Ölmez, Sayın Prof. Dr. Nil Altay, Sayın Prof. Dr. Meryem Tekçiçek, Sayın Prof. Dr. Melek Dilek Turgut ve Sayın Prof. Dr. Hamdi Cem Güngör'e,

Destekleri ve dostluklarını her zaman hissettiğim arkadaşlarım Sayın Dr. Esin Püşman, Dr. Ebru Canoğlu, Dr. Berna Çelik, Dr. Tülin İleri Keçeli, Dr. Seçil Bektaş, Dr. Ayten Akın Sönmez, Dr. Burak Aksoy, Dr. İrem Güzeler Demir, Dt. Bahar Tezel Alımcı, Dt. Beste Özgür, Dt. Gizem Erbaş Ünverdi, Dt. Pınar Serdar Eymirli, Dt. Cansu Özşin Özler, Dt. Gülsüm Atasever, Dt. Elif Ataol, Dt. Elif Ballıkaya, Dt. Sara Köprülü, Dt. Cansu Uzun, Dt. İrem Mergen, Dt. Özge Güneş, Dt. Ezgihan Arslan, Dt. Münevver Şener, Dt. Neslihan Özdemir, Dt. Nihal Taş ve Dt. Aybike Şahlanan'a,

Pedodonti ailesinin değerli üyeleri Aysun Usta, Mehtap Bilgin, Özlem Kale, Güzide Semerci, Aysel Delikaya, Sultan Cangır, Aslı Özer, Ayten Mengüloğlu ve Necat Kaya'ya,

Bugüne gelmemde büyük emekleri olan, her zaman beni destekleyen babam Fikri Sara, annem Ezel Sara, halalarım Fikriye Sara ve Şükriye Sara'ya,

Verdiği sonsuz sevgi ve desteklerinden dolayı eşim Sait Ege Eryürük'e ve ailesine teşekkürlerimi saygı ve sevgilerimle sunarım.

## ÖZET

**Kanal içi kalsiyum hidroksit uygulanmış dişlerde apikal bariyerli kanal dolgularının sızdırmazlık direncinin incelenmesi;** Bu çalışma, kısa süreli kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasının apikal bariyerli kanal dolgularının sızdırmazlığı üzerindeki etkilerini in vitro koşullarda incelemek amacıyla yürütülmüştür. Periodontal nedenlerle çekilmiş, çürüksüz tek köklü daimi dişler (n=288), manuel endodontik eğelerle ISO 90 numaraya kadar %2,5 sodyum hipoklorit irrigasyonu ile genişletilmiştir. Açık apeks morfolojisini simüle edebilmek amacıyla, köklere retrograd olarak döner endodontik eğelerle apikal genişletme yapılmıştır. Hazırlanan örneklerin kron kısımları su soğutması altında elmas frezlerle uzaklaştırılarak 12 mm boyunda standart kök kanalları elde edilmiştir. Çalışma grubunda (n=144) köklere 30 gün süreyle kanal içi kalsiyum hidroksit patı uygulandıktan sonra dişlerin yarısı manuel (pasif) %2,5 sodyum hipoklorit irrigasyonu ile (n=72), diğer yarısı ise pasif ultrasonik irrigasyon ile muamele edilerek kanal içi kalsiyum hidroksit uzaklaştırılmıştır (n=72). Ardından tüm örnekler iki farklı mineral trioksit agregatı (MTA) kullanılarak 4mm'lik apikal bariyerler yerleştirilmiştir. Dişler sonrasında 3 gruba ayrılmış (n=24/grup), kanallar ilk grupta gutta-perka/AH Plus ikinci grupta Resilon/Epiphany ile doldurulmuş, kalan 24 dişin kanalları boş bırakılmıştır. Kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasının yapılmadığı kontrol grubunda (n=144) tüm alt gruplar deney grubu ile aynı şekilde oluşturulmuştur. Hazırlanan örnekler, 24 saat ve 30 gün süreyle sıvı filtrasyon testine tabi tutularak, sızıntı miktarı kantitatif olarak kaydedilmiştir. Verilerin istatistiksel incelemesinde Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi ve Conover Çoklu Karşılaştırma Testleri kullanılmıştır. Deney gruplarındaki sızıntı düzeyleri kontrol gruplarına kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Manuel irrigasyon, pasif ultrasonik irrigasyona kıyasla sızıntı miktarını anlamlı düzeyde arttırmıştır ( $p<0,001$ ). MTA Angelus kullanılan gruplarda, ProRoot MTA gruplarına kıyasla sızıntı değerinde anlamlı bir artış gözlenmiştir ( $p<0,001$ ). Deney ve kontrol gruplarında irrigasyon yöntemi ve apikal bariyer tipinden bağımsız olarak, Gutta-perka ve Resilon arasında apikal sızıntı düzeyleri açısından bir fark bulunmamıştır ( $p>0,0031$ ). Ancak pasif ultrasonik irrigasyonu takiben MTA Angelus apikal bariyer kullanıldığında, Gutta-perka ile kanal dolgusu yapılan gruplardaki sızıntı düzeyi, Resilon ile kanal dolgusu yapılan gruplara kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ( $p<0,0031$ ).

Anahtar kelimeler : Kalsiyum hidroksit, Apeksifikasyon, Gutta-perka, Mikrosızıntı, Kök kanal preparasyonu

## ABSTRACT

**Sealing Ability of Root Fillings with an Apical Barrier in Calcium Hydroxide-treated root canals;** This study aimed to investigate the effect of short-term intracanal application of calcium hydroxide on the apical leakage of root fillings with an apical barrier. Root canals of 288 extracted intact, single-rooted teeth were prepared up to #90 using K-type files in conjunction with 2,5 % NaOCl irrigation between each file size. In each root, a divergent open apex was simulated by retrograde apical preparation with a #30 rotary files. Following sectioning of crowns and adjusting root length to 12 mm, half of the roots (n=144) were filled with a calcium hydroxide paste (experimental group) using a lentulo spiral in a low-speed handpiece. The teeth were kept in moist gauze for 30 days. The teeth in experimental group were further assigned into two subgroups. The teeth in first subgroup (n=72) were irrigated with 2,5% NaOCl without mechanic agitation, while in the second subgroup (n=72), the root canals were rinsed with 2,5% NaOCl using passive ultrasonic irrigation. Thereafter, a 4mm apical barrier of mineral trioxide aggregate (MTA) was placed into the canals. Each subgroup was further divided to three groups: where 24 specimens were filled with Gutta-Percha/AH Plus, 24 specimens with Resilon/Epiphany and in 24 specimens being left empty. The specimens in control group were prepared by repeating the same procedures in experimental group. Apical parts of the roots were subjected to fluid filtration and apical microleakage values were determined after 24 hours and 30 days. Statistical analysis of experimental data was made using Wilcoxon Signed Ranks Test and Conover's Multiple Comparison Test with Bonferroni correction. The control group showed better sealing properties than the experimental group ( $p < 0,001$ ). Likewise, passive ultrasonic irrigation group resulted in better sealing performance ( $p < 0,001$ ). Compared with ProRoot MTA, MTA Angelus apical barriers showed significantly greater apical leakage ( $p < 0,001$ ). In both the experimental and control groups, there was no significant difference between the apical leakage of gutta-percha and Resilon groups ( $p > 0,0031$ ), irrespective of the type of irrigation protocol or apical barrier. However, when MTA Angelus was used as an apical barrier after ultrasonic irrigation, roots filled with gutta-percha showed significantly greater apical leakage in compared to those filled with Resilon ( $p < 0,0031$ ).

Key words : Calcium hydroxide, Apexification, Gutta percha, Microleakage, Root canal preparation

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER	x
TABLolar	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 Kök Gelişiminin Embriyolojisi	2
2.2 İmmatür Dişlerde Endodontik Tedavi Gerektiren Durumlar	2
2.2.1. İmmatür Dişlerde Travmatik Yaralanmaların Etkisi	3
2.2.2. İmmatür Dişlerde Diş Çürüğünün Etkisi	3
2.3. İmmatür Dişlerde Pulpal Durumun Teşhisi	3
2.4. Kalsiyum Hidroksit	5
2.4.1 Kalsiyum Hidroksitin Antibakteriyel Aktivitesi	6
2.4.2 Kalsiyum Hidroksitin Remineralizasyon Etkisi	7
2.4.3 Kalsiyum Hidroksitin Dentin Kırılma Dayanıklılığı Üzerine Etkisi	9
2.4.4 Kanal içi Medikament olarak Kalsiyum Hidroksit	10
2.4.5. Ca(OH) <sub>2</sub> ve Kök Kanal Dezenfeksiyonu	10
2.4.6 Dentinin Kalsiyum Hidroksit Üzerindeki Tamponlama Etkisi	13
2.4.7 Kalsiyum Hidroksitin Fiziksel Bariyer Özelliği	14
2.5 Mineral Trioksit Agregatı	14
2.5.1 MTA'nın Kimyasal Özellikleri	15
2.5.2 MTA'nın Fiziksel Özellikleri	16
2.5.3 MTA Yerleştirme Tekniğinin Fiziksel Özelliğine Etkisi	22
2.5.4 MTA'nın Farklı Tiplerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	22
2.5.5 Nekrotik Pulpalı ve Açık Apeksli Dişlerde MTA Apikal Bariyer Kullanımı	23
2.5.6 Kök Ucu Dolgu Materyali Olarak Kullanılan MTA'nın Diğer Materyaller ile Karşılaştırılması	24

2.6 Kök Kanal Tedavisinde İrrigasyon	26
2.6.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	27
2.6.2 Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)	29
2.6.3 Klorheksidin (CHX)	30
2.6.4 Serum Fizyolojik	31
2.7 İrrigasyon Aktivasyon Sistemleri	31
2.8. Kök Kanal Dolgu Maddeleri	33
2.8.1. Katı Kor Materyalleri	34
2.8.2 Kök Kanal Dolgu Patları	36
2.9 Kök Kanal Dolgu Teknikleri	39
2.10 Kök Kanal Tedavisinde Mikrosızıntının Değerlendirilmesi	40
2.10.1. Sıvı Filtrasyon Tekniği	41
3. GEREÇ VE YÖNTEM	42
3.1. Dişlerin Seçimi	42
3.2. Kök Kanallarının Preparasyonu	43
3.3. Kalsiyum Hidroksitin Uygulanması ve Uzaklaştırılması	44
3.4. Apikal Bariyer ve Kök Kanal Dolgularının Uygulanması	45
3.5. Sıvı Filtrasyon Deneyi	47
3.6. İstatistiksel Değerlendirme	48
4. BULGULAR	57
5. TARTIŞMA	74
6. SONUÇLAR	83
KAYNAKLAR	84
EKLER	
EK 1. Etik Kurul Kararı	



## SİMGELER KISALTMALAR

Ca(OH) <sub>2</sub>	Kalsiyum Hidroksit
CaCl <sub>2</sub>	Kalsiyum Klorür
GMTA	Gri Mineral Trioksit Agregatı
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Karbonik Asit
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Dihidrojen fosfat
HCO <sub>3</sub>	Bikarbonat
IL	İnterlökın
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
MPa	Megapaskal
MTA	Mineral Trioksit Agregatı
sn	Saniye
WMTA	Beyaz Mineral Trioksit Agregatı
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre

## ŞEKİLLER

	Sayfa
3.1. Çekilmiş daimi 1. küçük azı dişler	49
3.2. Çekilmiş daimi 1. küçük azı dişin radyografik görüntüsü	49
3.3. Çekilmiş daimi 1.küçük azı dişin kanal eğesi ile kanal kurvatürünün belirlendiği radyografik görüntüsü	50
3.4. Hachmeister tarafından tanımlanan preparasyon tekniği	50
3.5. Preparasyonu tamamlanmış diş örneğinin klinik görüntüsü.	51
3.6. Çalışmada kullanılan Protaper Döner Alet Sistemi	51
3.7. Diş örneğinin dekorasyon sonrası klinik görüntüsü.	52
3.8. Çalışmada kullanılan Pasif Ultrasonik İrrigasyon Cihazı	52
3.9. Çalışmada kullanılan Mineral Trioksit Agregatı Preparatları.	53
3.10. Uygulanan apikal bariyerin radyografik görüntüsü	53
3.11. Çalışmada kullanılan kök kanal dolgu materyalleri	54
3.12. Çalışmada kullanılan Enjekte edilebilir Kök Kanal Doldurma Cihazı	54
3.13. Çalışmada kullanılan Sıvı Penetrasyon Düzenegi	55
4.1 Kontrol ve Deney Gruplarında 1. gün ve 30. gün Sızıntı Değerleri	72

## TABLOLAR

	Sayfa
3.1. Kontrol ve Deney Grupları	57
4.1. Deney ve Kontrol Gruplarında Sıvı Filtrasyon Düzeninde Ölçülen 1. ve 30. gün Sızıntı Değerleri	62
4.2. Deney gruplarında 1. ve 30. gün Sızıntı Düzeyleri	70
4.3. Kontrol Gruplarında 1. ve 30. Gün Sızıntı Düzeyleri.	71
4.4. 30.Gün Sızıntı Değerlerinin Gruplara, Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Yöntemine, Apikal Bariyer ve Kanal Dolgusu Tiplerine Göre Karşılaştırılması	73

## 1. GİRİŞ

Kök gelişimini tamamlamamış açık apeksli genç daimi dişlerin kanal tedavisi, çocuk ve ergen bireylerde önemli bir klinik problemdir. Kalsiyum hidroksit uygulaması açık apeksli nekrotik dişlerde sert doku bariyerini oluşturmada geleneksel olarak tercih edilen bir yöntemdir (1). Ancak çoğu zaman uzun süreli ve tekrarlanan uygulamalara rağmen apikal bariyer oluşumu sağlanamamakta ve kök kanalında tekrar enfeksiyon gelişme riski meydana gelmektedir (2-4). Günümüzde apeksifikasyon tedavisine alternatif olarak kabul gören yaklaşım, farklı biyomateryallerin kullanımı ile fiziksel bir apikal bariyerin oluşturulmasıdır (5). Bu teknikte kalsiyum hidroksit ile kısa süreli kök kanal dezenfeksiyonunu takiben kökün apikal bölümüne fiziksel bariyer işlevi görecektir bir materyal yerleştirilmektedir. Materyalin sertleşmesini takiben, kanalın geri kalan bölümüne bir kök kanal dolgu materyali yerleştirilerek endodontik tedavi tamamlanır. Günümüzde apikal bariyer oluşturmak amacıyla en sıklıkla kullanılan biyomateryal, mineral trioksite agregatı (MTA)'dır (6). MTA, biyouyumlu bir materyal olmasının yanında mutajenik ve toksik özelliğe sahip değildir (7-9). Bunun yanında MTA'nın kalsiyum hidroksite kıyasla tedavi başarısının yüksek olması, tedavi süresinin kısa olması gibi avantajları da mevcuttur (10). MTA, direkt dentine temas ettiğinde yüksek sızdırmazlık özelliği gösteren bir biyomateryaldir (11). Ancak, kök kanal dezenfeksiyonu için kullanılan kalsiyum hidroksitin kök kanal duvarlarından tamamen uzaklaştırılması mümkün olamamaktadır (12) ve artık kalan kalsiyum hidroksitin MTA'nın ve diğer kök kanal dolgu materyallerinin sızdırmazlık direnci üzerindeki etkileri hakkında çelişkili sonuçlar rapor edilmiştir (13-18).

Bu çalışmanın amacı, kısa süreli kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasının apikal bariyerli kanal dolgularının sızdırmazlığı üzerindeki etkilerini in vitro koşullarda incelemektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Bir çok in vivo çalışma, pulpal ve periradiküler hastalıkların ortaya çıkması ve ilerlemesinde mikroorganizmaların rol oynadığı göstermektedir (19-21). Endodontik tedavinin amacı, kök kanal sisteminden mikroorganizmaları uzaklaştırmak, kök kanal sistemini etkin bir biçimde şekillendirip dezenfekte etmek, kök kanalı içerisine ağız ortamından veya periapikal bölgeden doku sıvılarının veya mikroorganizmaların geçemeyeceği biçimde, kök kanalını biyouyumlu materyaller ile üç boyutlu olarak doldurmaktır (22-24).

### 2.1 Kök Gelişiminin Embriyolojisi

Kök gelişimi çan evresinde iç ve dış mine epitelinin mine-sement birleşiminde *Hertwig epitelyal kök kını*'ni meydana getirmesiyle başlamaktadır. Dental papil hücrelerinin odontoblastlara farklılaşmasıyla, kök dentini oluşmaya başlar. *Hertwig epitelyal kök kını* apikale doğru ilerlerken iç kısımda dentin depolanması devam eder. Kök gelişimi apikale ulaştığında *Hertwig epitelyal kök kını* parçalanır, devamlılığını kaybeder ve kök dentini ile bağ dokusunun birbiriyle etkileşimi sonucu bağ dokusundan farklılaşan sementoblastlar sement dokusunu oluşturmaya başlar. Ancak kök kınının artıkları kökün dış yüzeyine yakın tübül ve epiteliyal uzantılarda kalabilir. Bu artıklara *Malassez Epiteliyal Artıkları* adı verilir.

*Hertwig epitelyal kök kını*, kök veya köklerin şeklinin belirlenmesinden sorumludur. Pulpaya açılan apikal açıklığı çevreleyen epitelyal oluşum apikal foramene dönüşmektedir.

### 2.2 İmmatür Dişlerde Endodontik Tedavi Gerektiren Durumlar

Normal koşullarda kök gelişimi ve apeksin kapanması, diş sürmesini takiben en geç üç yıl içerisinde tamamlanmaktadır (25). Bu dönem süresince immatür dişlerin maruz kaldığı travmatik yaralanmalar veya diş çürükleri, endodontik tedavi gereksinimine neden olabilmektedir.

### 2.2.1. İmmatür Dişlerde Travmatik Yaralanmaların Etkisi

Genç daimi dişlerde travmatik yaralanmaların görülme sıklığı %30 civarındadır (26). Bu yaralanmaların büyük bir çoğunluğu kök gelişimi tamamlanmadan önce gerçekleşmektedir (27). Travmatik yaralanma sonucunda oluşan hasarın derecesine göre pulpada inflamasyon ya da nekroz görülebilir (28). *Hertwig epitelyal kök kını* bu tür yaralanmalara karşı hassas olmakla birlikte, apikal bölgenin damarlanması ve hücresel içeriğine bağlı olarak pulpal inflamasyon veya nekroz varlığında bile kök gelişimi devam edebilmektedir (29,30).

*Hertwig epitelyal kök kını'nın* tamamen hasara uğradığı durumlarda normal kök gelişimi ve odontoblast farklılaşması durmaktadır (28). Bunun yerine, apikal bölgede bulunan semetoblastların neden olduğu sert doku formasyonu başlamakta ve yaralanmadan sonra dental folikül ve periodontal ligamentte bulunan fibroblastlar, sert doku yapımını uyarıcı hücrelere farklılaşmaktadır (31).

### 2.2.2. İmmatür Dişlerde Diş Çürüğünün Etkisi

Diş çürüğü ile bakteri toksinleri dentin tübülleri aracılığıyla pulpaya ulaşabilir ve pulpa buna cevaben tersiyer dentin yapımını başlatır. Ancak irritasyonun şiddeti ve süresi artarsa pulpanın savunma mekanizması yetersiz kalır ve pulpal inflamasyon başlar. İleri dönemde ise pulpa dokusunun nekrozu ve periapikal enfeksiyon gelişimi gözlenebilir (32).

### 2.3. İmmatür Dişlerde Pulpal Durumun Teşhisi

Pulpal hasara uğramış immatür dişlerin tedavisinde, doğru bir teşhis konulması tedavinin prognozu yönünden büyük önem taşımaktadır (33). Pulpal durumun değerlendirilmesinde; hastanın subjektif semptomlarının sorgulanması, dikkatli klinik ve radyografik inceleme ve tanı testlerinin (perküsyon testi, ısı ve elektrikli pulpa testleri) doğru bir şekilde uygulanması gerekmektedir (33). Oluşan ağrının hikayesi, süresi, karakteristiği, ağrıyı arttıran ya da azaltan durumlar dikkatli bir şekilde sorgulanmalıdır. Pulpal teşhisin doğrulanmasında;

görsel muayene, perküsyon testi, palpasyon testi, ısı ve elektrikli pulpa testleri kullanılmaktadır. Yaralanmanın şiddeti ve yaralanma sırasındaki kök gelişiminin düzeyi, uygulanan testlerin tipi ve doğruluğu üzerinde direkt etkilidir. Ayrıca immatür dişlerde innervasyon tam olarak gelişmediğinden, travmadan etkilenmemiş olsa bile vitalite testlerinde yanıltıcı sonuçlar alınabilmektedir. Bu nedenle soğuk testi, bu tip dişlerde güvenilirlik yönünden ön plana çıkmaktadır (34).

İmmatür dişlerde pulpal tutulumun derecesine bağlı olarak iki tedavi seçeneği mevcut olup, bunlar apeksogenezis ve apeksifikasyondur (28).

### **Apeksogenezis**

Apeksogenezis inflame pulpa dokusunun uzaklaştırılmasını takiben, kalan sağlıklı pulpanın canlılığını sürdürmeyi amaçlayan konservatif bir endodontik tedavi yaklaşımıdır (28). Apeksogenezis, fizyolojik kök gelişimi destekleyen bir tedavi yöntemidir (35). Apeksogenezisin amaçları (36);

- i. *Hertwig epitelyal kök kını'nın* canlılığını devam ettirmek: Kök gelişiminin devam etmesi ve kabul edilebilir kron-kök oranı sağlamak,
- ii. Pulpanın canlılığını korumak: Kök duvarının kalınlaşmasını sağlamak; böylece kök kırığı oluşma riskini azaltmak,
- iii. Kök ucu kapanmasını destekleyerek, apikal daralım oluşumuyla kök kanal dolgusunun yapılmasını kolaylaştırmak,
- iv. Pulpotomi alanında reperatif dentin köprüsü oluşturmak: Ancak köprü oluşumu yöntemin başarısı için kesin bir belirteç değildir.

Apeksogenezis prosedüründe inflame pulpa dokusunun uzaklaştırılması amacıyla parsiyel amputasyon veya servikal pulpotomi uygulanmaktadır. Kalsiyum hidroksit, apeksogenezis'te halen en yaygın olarak tercih edilen materyaldir. Ancak geçtiğimiz 10 yılda 'Mineral Trioksit Agregatı' gibi trikalsiyum silikat türevleri de bu endikasyonda başarıyla kullanılmaktadır.

### **Apeksifikasyon**

İmmatür dişlerdeki yetersiz apikal daralım kök kanal dolgusunun apikal 1/3'lük bölümünde etkili bir tıkama yapılmasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca bu tür dişlerde kökler ince duvarlı ve kırılğan yapıdadır (37-39). Nekrotik pulpa dokusuna sahip immatür dişlerde ortaya çıkabilen bu olumsuz tablo, kök preparasyonu ve doldurulmasını engellemenin yanı sıra, başarılı bir prognozu da engellemektedir.

Apeksifikasyon, nekrotik pulpa dokusuna sahip, kök gelişimini tamamlamamış dişlerde apikal gelişiminin devam etmesini sağlayan ya da açık apekte kalsifiye bariyer oluşumunu indükleyen bir tedavi yöntemidir (40). Apeksifikasyon ile oluşan kalsifiye bariyer osteosementum ya da kemik benzeri yapılardan oluşmaktadır (41).

Apeksifikasyon tekniğinde nekrotik dokuların uzaklaştırılmasını takiben, kanal debridmanı yapılır ve kanal içi medikament yerleştirilir (28). Ancak kanal içi medikamenti olmadan da apikal bariyerin oluştuğu birçok çalışma rapor edilmiştir (42-45).

Apikal bariyer oluşumunun indüklenmesi için birçok materyal önerilmiştir. Ancak kalsiyum hidroksit en çok kabul gören materyaldir (28).

### **2.4. Kalsiyum Hidroksit**

Kalsiyum hidroksit ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), 1920 yılında Almanya'da Hermann tarafından endodontiye tanıtılmıştır (46).  $\text{Ca(OH)}_2$ , direkt ve indirekt pulpa kaplaması, apeksogenezis, apeksifikasyon, kök rezorpsiyonları, iatrojenik kök perforasyonları, kök kırıkları, replante dişlerin tedavisi ve seanslar arası kök kanal medikamenti gibi birçok kullanım alanına sahiptir (47).

Kalsiyum hidroksit, kireçtaşının ( $\text{CaCO}_3$ ) ısıtılmasıyla oluşan sönmemiş kirece ( $\text{CaO}$ ) su ilave edilmesiyle oluşan beyaz kokusuz bir tozdur. Molekül ağırlığı 74,08'dir.  $\text{Ca(OH)}_2$ , suda düşük çözünürlük gösterir ( $25^\circ\text{C}$ 'de 1,2 g/l) ve ısı artışında bu çözünürlük daha da azalır (47). pH'sı 12,5-12,8 arasındadır ve alkolde çözünmez (48).  $\text{Ca(OH)}_2$  canlı dokularla temas halinde olduğunda çözünmeden



önce uzun bir periyoda ihtiyacı duyduğundan, düşük çözünürlük özelliği bu materyale klinik açıdan önemli bir avantaj sağlar.  $\text{Ca(OH)}_2$  'in kimyasal yapısını % 54,11 oranda kalsiyum, % 45,89 oranda ise hidroksil iyonları oluşturmaktadır (49). Güçlü bir baz olarak sınıflandırılan kalsiyum hidroksitin temel etkisi, yapısındaki kalsiyum ve hidroksil iyonlarına ayrışarak vital dokular üzerinde sert doku depolanmasını ve antibakteriyel etki göstermesini sağlamaktadır (48,50).

#### **2.4.1 Kalsiyum Hidroksitin Antibakteriyel Aktivitesi**

Kalsiyum hidroksit etkisini bakterilerin sitoplazmik membranına hasar vererek, protein denatürasyonunu sağlayarak ve bakterilerin DNA yapısını bozarak göstermektedir (50).

#### **Bakterilerin Sitoplazmik Membranına Hasar Verme Özelliği**

Bakterilerin sitoplazmik membranı hücre yaşamının en önemli yapısını oluşturmaktadır. Çözümlerin transferi, seçici geçirgenlik özelliği, aerobik türlerde elektron transferi ve oksidatif fosforilasyon, hidrolitik enzimlerin dışarı atılması, DNA sentezindeki enzimlerin ve taşıyıcı moleküllerin yapımı, hücre duvarı polimerleri ve membran lipidlerinin, kemotaktik proteinlerin taşınması sitoplazmik membranın görevleridir (51).

Kalsiyum hidroksitteki hidroksil iyonları, lipid peroksidasyonunu indükleyerek, hücresel yapının yapısal komponenti olan fosfolipitlerin yıkımına neden olmaktadır (50). Hidroksil iyonları doymamış yağ asidindeki hidrojen atomunu uzaklaştırarak, yağdan yoksun bir radikal oluşmasına sebep olur. Bu radikal, oksijen ile reaksiyona girerek lipidik peroksit radikale dönüşür. Bu radikal ise, bir başka yağ asidinden hidrojen atomunu söker. Böylece peroksit serbest bir radikal gibi davranarak otokatalitik zincirleme bir reaksiyon başlatır. Sonuçta doymamış yağ asitlerinin kaybedilmesiyle bakteri sitoplazmik membranında geniş hasar oluşur (52,53).

### **Protein Denatürasyonu**

Hücre metabolizması yüksek oranda enzimatik aktiviteye bağımlıdır. Enzimler, nötral pH'ya yakın dar bir pH aralığında ideal aktivite ve stabilite göstermektedir. Kalsiyum hidroksitin yarattığı alkalin ortam ise proteinlerin tersiyer yapısındaki iyonik bağlarını kırar ve sonuç olarak enzim, kovalent yapısını korusa bile polipeptid zinciri hasar görür. Bu değişiklikler, enzimin yapısal aktivitesini kaybetmesine ve hücresel metabolizmasının bozulmasına neden olur (54).

### **DNA Hasarı**

Hidroksil iyonları bakteri DNA'sı ile reaksiyona girerek, liflerin ayrılmasına ve genlerin kaybına neden olur (55). Sonuç olarak, DNA replikasyonu inhibe olur ve hücre aktivitesinin organizasyonu bozulur. Ayrıca serbest radikaller ölümcül mutasyonlara yol açar (50).

Her ne kadar bilimsel olarak bu üç mekanizmanın gerçekleştiği kanıtlanmış olsa da; bakteri hücrelerinin ölümünde kronolojik olarak hangi mekanizmanın daha etkin olduğunu belirlemek güçtür (50).

### **2.4.2 Kalsiyum Hidroksitin Remineralizasyon Etkisi**

Kalsiyum hidroksit etkisini yüksek alkalin özelliği sayesinde temas ettiği dokuda likefaksiyon nekrozu oluşturarak göstermektedir (56). Ekspoz sahanın tamirinde görev alan kalsiyum iyonlarının kaynağı, uygulanan kalsiyum süspansiyonundan değil sistemik dolaşımdan gelmektedir (47). Bu durum kalsiyum hidroksitin bu süreçte bir inisiyator olarak görev aldığını göstermektedir (57).

Schröder ve Granath (58)'a göre kalsiyum hidroksit, yerleştirildiği pulpa dokusunda yüzeysel koagülasyon nekrozu oluşturarak dentin formasyonunu indüklemekte ve tamir sürecini başlatmaktadır. Koagülasyon nekrozu, kan damarlarının hasar görmesi ile başlar. İlk hasar pulpa kaplamasının ya da pulpotomi bölgesinin yakınlarındaki kapillerlerde oluşur ve gelişen koagülasyon

nekrozu sebebiyle pulpa dokusundaki farklılaşmamış hücreler odontoblast benzeri yapılara farklılaşırlar ve nekroz bölgesi ile canlı doku arasında reperatif dentin oluşumu başlar (59). Ancak oluşan dentin köprülerinin tünel defektlerine sahip olduğu bilinmektedir (59,60).

Kalsiyum hidroksit yüksek alkalen özelliği sayesinde dokudaki pH'nın da artmasına neden olur. Böylece inflame dokudaki asidik ortamın tamponlanmasını sağlar ve osteoklastların ürettiği laktik asidi nötralize ederek dokuda yıkımın ilerlemesini engeller (57). Ayrıca kalsiyum hidroksitin sağladığı yüksek pH, sert doku oluşumunda rol oynayan alkalen fosfataz enziminin aktivitesini arttırmaktadır (57).

Seltzer ve Bender (61), kalsiyum hidroksitle yapılan direkt pulpa kaplaması veya pulpotominin sonucunda iki istenmeyen etkinin ortaya çıkabileceğini bildirmişlerdir. Bunlardan ilki, gerektiğinde endodontik tedaviyi zorlaştıran kök kanalının tamamen kalsifiye olması, ikincisi ise inflamasyonun indüklenmesiyle internal rezorpsiyonun gelişmesidir. Bu uygulamaları takiben pulpa enflame, nekrotik hale gelir veya internal rezorpsiyon başlarsa, apeksifikasyon tedavisine geçilmesi gerekmektedir (28).

Apikal gelişimi indüklemek amacıyla kalsiyum hidroksit kullanımı ilk olarak Kaiser tarafından 1964 yılında gündeme getirilmiş (62), ardından 1966 yılında Frank tarafından popüler hale getirilmiştir (63).

Holland ve diğerleri (64), periapikal dokuların kalsiyum hidroksite karşı doku cevabının pulpa dokusuna benzer şekilde geliştiğini bildirmiştir. Kalsiyum hidroksit ile temas eden dokuda nekroz ve altındaki dokuda mineralizasyon süreci başlar (58). Mineralizasyon, pulpada odontoblastlar veya odontoblast benzeri hücreler tarafından gerçekleştirilirken, periapikal bölgede bu görevi sementoblastlar üstlenmektedir.

Kalsiyum hidroksit ile apeksifikasyon tekniğinde apikal bariyer oluşması 3-24 ay arasında değişkenlik göstermektedir (63,65). Mackie ve diğerleri (66), yeterli apikal bariyer oluşması için ortalama 10,3 ay, Yates (67) 9 ay, Cvek (68) ise 18,2 ay gerekli olduğunu rapor etmişlerdir. Kleier ve Barr (69)'a göre

apeksifikasyonun oluşması için 6-24 aylık bir süreye ihtiyaç vardır.

Literatürde kalsiyum hidroksitin yenilenme süresi ile çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Tronstad ve diğerleri (70), kalsiyum hidroksitin 3-6 ayda bir yenilenmesi gerektiğini bildirirken diğer araştırmacılar radyografik olarak kalsiyum hidroksitin rezorbe olduğu tespit edildiğinde yenilenmesi gerektiğini rapor etmişlerdir (23). Chosack ve diğerleri (71) ise, kalsiyum hidroksitin 6 aylık bir periyotta aylık ya da 3 ayda bir değiştirilmesinin apeksifikasyon açısından bir fark yaratmadığını rapor etmiştir.

#### **2.4.3 Kalsiyum Hidroksitin Dentin Kırılma Dayanıklılığı Üzerine Etkisi**

Kalsiyum hidroksitin uzun süreli kanal içi uygulaması, dentinin fiziksel ve kimyasal yapısı üzerinde olumsuz birtakım etkilere yol açmaktadır (72). Dentine bükülme dayanıklılığını kazandıran, yapısındaki hidroksiapatit kristalleri ve kollajen ağ arasındaki bağlantılardır (2). Organik matriks, fosfat ve karboksilat gruplarını içeren proteoglikan ve asidik proteinlerden oluşmaktadır (2). Bu iki yapı, kollajen ağ ve hidroksiapatit kristalleri arasında bağlayıcı ajan olarak görev yapar (2). Alkalin yapıdaki kalsiyum hidroksit, bağlayıcı ajanın asidik içeriklerinin nötralizasyonu, çözünmesi ve denatürasyonuna neden olarak dentin yapısını zayıflatır (2).

Andreasen ve diğerleri (2), çekilmiş immatür koyun dişlerini kalsiyum hidroksit ile doldurmuş ve dentin kırılma dayanıklılıklarının zamana bağlı değişimlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, kalsiyum hidroksite 1 ay maruz kalmanın dentin dayanıklılığında anlamlı bir düşüşe neden olmadığını, ancak 2 aylık uygulamadan sonra dayanıklılıkta belirgin bir düşüş gözlendiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca 1 yıl süreyle kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasının kırılma dayanıklılığını %50 oranında düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Rosenberg ve diğerleri (73), kalsiyum hidroksit uygulamasının çekilmiş insan daimi anterior dişlerin mikrogerilim kırılma dayanıklılığı üzerindeki etkilerini incelemişler ve dentin dayanıklılığının %23-43.9 oranında azaldığını rapor etmişlerdir. Sahebi ve diğerleri (3) ise, in vitro şartlarda insan dişlerinin 30 gün

kalsiyum hidroksite maruz kaldığında dentin dayanıklılığın %15 azaldığını rapor etmişlerdir. Cvek (74), kalsiyum hidroksit tedavisi sonrası gutta-perka ile kanal dolgusu yapılan 885 lükse nekrotik immatür keser dişin 4 yıllık takibi sonunda %40 oranında servikal kök kırığı gözlemlendiğini bildirmiştir.

#### **2.4.4 Kanal içi Medikament olarak Kalsiyum Hidroksit**

Etkin bir kemomekanik preparasyon, kök kanal dezenfeksiyonunun en önemli basamağıdır (50). Her ne kadar bakterilerin kök kanal sisteminden tamamen uzaklaştırılması mümkün olmasa da (75), seanslar arası medikament kullanımının bakterilerin eliminasyonunda etkili olduğu rapor edilmiştir (76).

Rehman ve diğerlerine (77) göre, kalsiyum hidroksit, vücut sıvıları ile temas halinde kalsiyum ve hidroksil iyonlarına ayrışmaktadır. Kalsiyum hidroksitin yüksek alkalin yapısı, içeriğindeki hidroksil iyonları ve bunların ortama salınması ile ilişkili olup, bu aşırı derecede reaktif serbest radikaller, kalsiyum hidroksitin bakterisidal özelliğinin temelini oluşturmaktadır (47).

#### **2.4.5. Ca(OH)<sub>2</sub> ve Kök Kanal Dezenfeksiyonu**

Kalsiyum hidroksitin bakteri hücreleri üzerinde ölümcül etkilerinin olduğu birçok çalışma ile ortaya konulmuştur (76,78). Kalsiyum hidroksit, bakterisidal etkisini sadece solüsyon içerisinde bakteri ile doğrudan temas halindeyken gösterir (78). Bakterisidal etkinin oluşmasında temel etken, yüksek pH ve hidroksil iyon salınımıdır (50). Bu nedenle, kök kanalındaki kalsiyum hidroksitin antibakteriyel etkisi ortamdaki yüksek pH'nın korunabilmesine bağlıdır. Ortamdaki bikarbonat ve fosfat tamponlama sistemleri, asitler, proteinler ve karbondioksit nedeniyle hidroksil iyon konsantrasyonu ve dolayısıyla da antibakteriyel etki zamanla azalmaktadır (79,80).

Endodontik tedavi sonrasında dentin tübülleri içerisinde kalan bakteriler kök kanal enfeksiyonu için rezervuar görevi görmektedir (81). Bu bakteriler, inatçı enfeksiyonlara neden olarak kök kanal tedavisinin başarısını tehlikeye atmaktadır. Dentin tübülleri içerisindeki bakteriler, konak savunma

hücrelerinden, sistemik antibiyotiklerden ve kemomekanik preparasyonlardan korunmaktadır. Bu nedenle, tübüllerin enfeksiyonunu elimine eden tedavi stratejileri ve dentin tübüllerine nüfuz edip bakterileri yok edebilen kanal içi medikamentler araştırılmaya başlanmıştır (50).

Kalsiyum hidroksitin etkili bir kanal içi medikament olduğu ve hidroksil iyonlarının kök dentinine difüze olduğu rapor edilmiştir. Tronstad ve diğerleri (70), 4 hafta kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasının ardından maymun dentin pH'sının yükseldiğini göstermiştir. Ancak dentin pH'sının kök kanalından periferede doğru azaldığı da rapor edilmiştir. Çalışmada kök kanalı içerisindeki pH 12,2 iken, kalsiyum hidroksitle direkt temas halindeki dentinde pH 8-11, en dış kök yüzeyinde ise 7,4 – 9,6 değerleri arasında olduğu bildirilmiştir.

Nerwich ve diğerleri ise (82), kalsiyum hidroksitin 4 hafta uygulamasının pH değişiklikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, 2 hafta sonrasında apikal iç dentin yüzeyinin pH'sının 9,5 değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Dış dentin yüzeyinde ise pH artışı daha erken başlasa da 2 hafta sonunda ancak 9 değerine ulaşabilmiştir. Bu çalışmada servikal iç dentin yüzeyinin pH'sının 24 saat sonunda 10,8'e ulaştığı, dış serikal dentinde ise 2 hafta sonunda 9 'a ulaştığı rapor edilmiştir.

Bakterilerin pH toleransı çeşitlilik gösterse de, birçok bakteri pH'nın 6-9 değerleri olduğu ortamlarda çoğalmaktadır (83). Enfekte kök kanallarından izole edilen ve sekonder enfeksiyona neden olan *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Enterobacter aerogenes* ve *Pseudomonas aeruginosa*'nın bazı türleri pH 8-9 değerlerinde yaşamaktadır (35,84,85). Bazı enterokok türleri ise yüksek pH değerlerini tolere edebilmekte ve pH'nın 9-11 olduğu durumlarda bile hayatta kalabilmektedir. Mantarlar ise yüksek pH aralıklarını (pH 5-9) tolere edebilmektedir. *Prevotella intermedia*, *Fusobacterium nucleatum* ve *Porphyromonas gingivalis*'in bazı türleri de alkalın pH düzeylerinde (ortalama pH 8,0-8,3) yaşayabilmektedir (50).

Kalsiyum hidroksitin dentin tübüllerinin içerisindeki bakterilerin eliminasyonunda yetersiz kaldığı birçok çalışma tarafından rapor edilmiştir.

Haapasalo ve Orstavik ise (86), kalsiyum hidroksitin dentin tübüllerindeki *E.faecalis*'i elimine etmekte başarısız olduğunu bildirmişlerdir. Heling ve diğerleri ise (87), kalsiyum hidroksitin dentin tübülleri içerisindeki *E.faecalis*  zerinde etkisinin olmadığını ayrıca dentin sterilizasyonunda ve sekonder enfeksiyonu önlemede başarısız olduğunu rapor etmişlerdir. Siquera ve Uzeda ise (88), salin ile kalsiyum hidroksit karışımının 1 hafta sonrasında bile *E.faecalis* ve *F.nucleatum*'un eliminasyonunda yetersiz kaldığını bildirmişlerdir.

Kalsiyum hidroksit yavaş salınlımlı antiseptik bir materyal olduğundan, kök kanallarındaki bakterilerin eliminasyonu için uzun süreli kalsiyum hidroksit uygulamasına ihtiyaç duyulmaktadır (50). Ancak bu gerekli s renin ne kadar olduğu halen tartışılan bir konudur. Reit ve Dahlen (89), 2 hafta kanal içi kalsiyum hidroksit uygulaması sonrasında enfeksiyonun %26'sının kalıcı olduğunu rapor etmiştir. Orstavik ve diğerleri de (90), 1 hafta kalsiyum hidroksit uygulaması sonrasında bakterilerin %34.8'inin kanal içerisinden izole edilebildiğini rapor etmişlerdir.

Her ne kadar kalsiyum hidroksit uygulaması sonrasında negatif kültür elde edilen çalışmalar mevcut olsa da (91,92) bu durum bakterilerin örnek alma sırasında ulaşılması zor olan dentin tübülleri, istmuslar ve dallanmalarda yerleşik halde bulunmalarına veya smear tabakası ve uygulanan kalsiyum hidroksit artıklarının bakterileri maskeleymesine bağlanmıştır (91).

Kanal içi medikamentlerin bakterilere karşı etkisiz kalmasının birkaç nedeni vardır. Bunlar; bakteri türlerinin uygulanan medikamente karşı dirençli olması, bakterilerin medikamentlerin ulaşması zor olan anatomik varyasyonlarda yer alması, medikamentin bakteri hücreleri yada ürünleriyle nötralize olarak antibakteriyel etkinliğinin azalması veya medikamentin kanal içerisinde bakteriye etki edecek sürede bırakılmamasıdır (50).

Periapikal lezyonların oluşmasında ve ilerlemesindeki ana rol bakteri endotoksini olan lipopolisakkaritler'in (LPS) varlığıdır (93). Gram (-) bakterilerin hücre duvar komponenti olan LPS'ler, periapikal kemik rezorpsiyon sürecinde etkin bir rol almaktadır (94). LPS'ler Lipit A yapıları sayesinde konak hücrelerinden *tumour necrosis factor (TNF)*, *interleukin-1 (IL-1)*, *IL-5*, *IL-8*, *alpha interferon* ve

*prostoglandin E2 (PGE2)* ve *calcitonin gene-related peptid (CGRP)* gibi inflamatuvar mediatörlerin salınmasına neden olmaktadır (95). Kalsiyum hidroksitin, endotoksinlerin (LPS) toksik kısmı olan Lipit A'yı hidrolize ettiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (94-96). Silva ve diğerleri de (97), kalsiyum hidroksitin bakteri endotoksinlerini in vivo şartlarda inaktive ettiğini rapor etmişlerdir. Safavi ve Nichols da (94,95), kalsiyum hidroksit uygulaması sonrasında yüksek toksik yapı olan Lipit A'nın hidrolize olarak toksik olmayan serbest yağ asitlerine dönüştüğünü rapor etmişlerdir. Khan ve diğerleri (98), deneysel koşullarda kanal içi kalsiyum hidroksitin 7 gün uygulamasının *IL-1 $\alpha$* , *TNF- $\alpha$*  ve *CGRP* 'ı denatüre ettiğini bildirmişlerdir.

Gram (-) bakterilerden farklı olarak *E.faecalis* gibi gram (+) bakteriler, LPS yerine lipoteikoik asit (LTA) salgırlar. LTA ve LPS'nin yapısal ve immünolojik özellikleri benzerdir. LTA'nın inflamatuvar cevap oluşumu ve sepsis sendromunda (99), biofilm oluşturma (100) ve dişe adezyon (101) gibi özellikleri vardır. Baik ve diğerleri (102), kalsiyum hidroksit uygulamasının LTA'nın inflamatuvar aktivitesini inaktive ettiğini rapor etmişlerdir.

#### **2.4.6 Dentinin Kalsiyum Hidroksit Üzerindeki Tamponlama Etkisi**

Kalsiyum hidroksitin dentin tübülleri içerisindeki bakterilere etki edebilmesi için yeterli konsantrasyondaki hidroksil iyonunun dentin içerisine difüze olması gerekmektedir. Ancak hidroksiapatitin hidrate tabakasında bulunan dihidrojen fosfat ( $H_2PO_4^-$ ), karbonik asit ( $H_2CO_3$ ), ve bikarbonat ( $HCO_3^-$ ) gibi proton kaynakları dentine tamponlama özelliği kazandırmaktadır (82,103). Dentin tübüllerinde antibakteriyel etkinin sağlanabilmesi için, kalsiyum hidroksitin iyonik difüzyonunun dentin tamponlama hızından fazla olması ve ulaşılan pH düzeyinin bakterileri yok etmesi gerekmektedir. Bu nedenle kısa süreli kalsiyum hidroksit uygulamasının sadece dentin tübülleri girişlerindeki hidroksil iyon konsantrasyonunun ölümcül düzeylere ulaşmasına neden olabildiği bildirilmiştir (50).



### **2.4.7 Kalsiyum Hidroksitin Fiziksel Bariyer Özelliği**

Kemomekanik preparasyondan etkilenmeyen bakterilerin eliminasyonu için kanal içi medikamentlerin kullanımı önerilmektedir. Kanal içi medikamentler, ağız ortamındaki bakterilerin kök kanalına girerek yeniden enfeksiyon oluşturmasını engellemekte veya kanal içerisinde kalan bakterilerin proliferasyonunu önleyen bir fiziksel bariyer olarak da görev almaktadır (50,82).

Kök kanalının yeniden kontaminasyonu, kanal içi medikamentin tükürük ile çözünmesi, medikamentin tükürüğe geçirgen olması veya medikament ile kök kanal duvarı arasında tükürüğün geçişine izin verecek bir boşluğun bulunması ile gerçekleşebilir. Bu nedenle kök kanal rekontaminasyonunun engellenmesinde kalsiyum hidroksitin kimyasal etkisinden çok, patın kanalı doldurma; yani fiziksel bariyer etkisi önem kazanmaktadır. Kalsiyum hidroksit suda düşük çözünürlük gösterdiğinden, tükürükte yavaş çözünür ve kanal içerisinde uzun süre çözünmeden kalarak apikal foramene bakteri geçişini engelleyebilir (50). Kalsiyum hidroksit, direkt temas ettiği dokuda fibröz bariyer oluşturarak apikal sıvıların kanal içerisine geçişini de azaltmaktadır (57).

### **2.5 Mineral Trioksit Agregatı**

Kalsiyum hidroksitle uygulanan geleneksel apeksifikasyon tekniğinin önemli dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar, apeksifikasyon tedavisinin uzun sürmesi, çok sayıda randevu ve radyograf çekimini gerektirmesi, hasta takibinin güç olması, kalsiyum hidroksite bağlı kök kırıklarında artış görülmesi ve geçici dolgunun yeniden enfeksiyon oluşumu riskini arttırmasıdır (1,2,28,104). Bu nedenle araştırmacılar tek seanslı apeksifikasyon tedavilerine yönelmişlerdir (28). Morse ve diğerleri (105), tek seanslı apeksifikasyon yöntemini "kök kanalının apikal bölgesine biyuyumlu bir materyalin cerrahi yöntem kullanmadan yerleştirilmesi" şeklinde tanımlamışlardır. Geleneksel kalsiyum hidroksit apeksifikasyonuna alternatif olarak en çok tercih edilen yöntem, tek seansta mineral trioksit agregatı (MTA) ile apikal bariyer oluşturulmasıdır (104,106).

Mineral trioksit agregatı (MTA), 1993 yılında Loma Linda Üniversitesi'nde kök ucu dolgu maddesi olarak geliştirilmiş, 1995 yılında patenti alınmış (107), 1998'de Amerika Birleşik Devletleri İlaç ve Gıda Komisyonu tarafından onaylanmıştır (28).

İlk olarak kök tamir materyali endikasyonu ile piyasaya sürülmüş olan MTA (108,109), ilerleyen yıllarda direkt pulpa tedavileri (110) ve apeksifikasyon (6,104) prosedürlerinde kullanılmıştır.

### 2.5.1 MTA'nın Kimyasal Özellikleri

MTA, nem varlığında sertleşme özelliğine sahip hidrofilik partiküller içeren bir toz formunda olup (9), %50-75 kalsiyum oksit ve %15-25 silikon dioksit içerir (107); ve bu iki komponent simanın %70-95'ini oluşturur. MTA tozu su ile karıştırıldığında trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, trikalsiyum aluminat ve tetrakalsiyum aluminoferrit oluşur. Piyasada gri ve beyaz MTA olarak iki formda bulunmaktadır. Gri MTA, diş dokularında şiddetli renk değişikliğine yol açtığından; bu dezavantajı azaltabilmek amacıyla daha az oranda demir, alüminyum ve magnezyum içeriğine sahip beyaz MTA piyasaya sürülmesiyle popülaritesini zamanla yitirmiştir (111). Gri MTA (GMTA) temel olarak dikalsiyum silikat, trikalsiyum silikat ve bizmut oksitten oluşurken; beyaz MTA (WMTA) trikalsiyum silikat ve bizmut oksit içermektedir (112). GMTA'ya gri rengini kazandıran aluminoferrit fazı WMTA'da bulunmamaktadır (113). Ayrıca WMTA ve GMTA'nın kalitatif yüzey analizleri sonucu GMTA'nın kristal boyutunun WMTA'ya göre 8 kat daha büyük olduğu rapor edilmiştir (114). MTA'nın patentinde tip I portland çimentosuna ek radyopak özellik için bizmut oksit eklendiği bildirilmiştir (107). MTA ve Portland çimentosu, fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri ve biyouyumluluğu yönünden bazı benzerlikler göstermekle beraber (115), WMTA ve GMTA; potasyum içermemektedir (112).

MTA'nın çözünürlüğü düşük olup, radyoopasitesi dentinden biraz daha fazladır (116). MTA, sızdırmazlık ve biyouyumluluk yönünden ideale yakın özelliklere sahiptir (117,118). MTA'ya su eklenmesiyle ilk olarak kalsiyum

hidroksit ve kalsiyum silikat oluşur (119). Bunu takiben, zayıf, kristalize pöroz yapıda solid bir jel meydana gelir (119). Kalsiyum silikat oranı, kalsiyum çökeltisinin oluşmasıyla azalır. Çökelen kalsiyum, hidrasyon sonrası MTA'ya yüksek alkalın yapı özelliği kazandıran kalsiyum hidroksiti oluşturur (120). Ancak oluşan kalsiyum hidroksitin kaynağı tartışma konusudur. Camilleri (120), MTA'nın tozu su ile karıştırıldığında kalsiyum hidroksitin dikalsiyum ve trikalsiyum silikattan oluştuğunu bildirirken; Dammaschke ve diğerleri (121), oluşan kalsiyum hidroksitin trikalsiyum aliminat hidrojenasyon ürünü olduğunu rapor etmiştir.

Bizmut oksit, MTA'ya radyopak özelliği kazandırmaktadır. Bizmut, hem hidrate hem de hidrate olmayan MTA'da bulunmakta olup, kalsiyum silikat hidratın bir parçasıdır (122).

MTA tozunun hidrasyonundan sonra oluşan kalsiyum hidroksit çözeltisi, bizmattan etkilenmektedir (122). Bizmut oksit, asidik ortamda çözüldüğünden, inflamatuvar dokular gibi asidik ortamlarda MTA yerleştirilmesi ile ortama bizmut oksit salınması söz konusu olabilir (122). Bizmut oksit in vitro koşullarda hücre çoğalması için uygun olmayan bir ortam yarattığından, ortama salınması ile MTA'nın biyouyumluluğunu azaltabileceği rapor edilmiştir (123).

### **2.5.2 MTA'nın Fiziksel Özellikleri**

MTA karışımının fiziksel özellikleri, toz-likit oranından, karıştırma metodundan, kondensasyon için uygulanan basınçtan, ortamın nemliliğinden, MTA'nın tipinden, saklama medyasının tipinden, ortamın pH değerinden, kullanılan taşıyıcının tipinden, karıştırma ve değerlendirme arasında geçen süreden, materyal kalınlığından ve sıcaklıktan etkilenmektedir (9,13,117,121,124-142). Fridland ve Rosado (129)'ya göre bu faktörleri kontrol etmek son derece zor olduğundan, MTA'nın fiziksel özellikleri ile ilgili çalışmalarda farklı sonuçlar alınabilmektedir.

### **a. Sertleşme Zamanı**

MTA, toz-likit oranı 3:1 olacak şekilde hazırlanır (117). MTA'nın ortalama sertleşme süresi  $165 \pm 5$  dakikadır ve bu süre amalgam, Super EBA ve IRM'nin sertleşme sürelerinden daha uzundur (116). GMTA'nın başlangıç ve final sertleşme süresi WMTA'ya göre daha uzundur (132,133). Portland çimentosuna kıyasla WMTA'nın daha uzun sertleşme süresine sahip olması içeriğindeki daha düşük sülfür ve trikalsiyum alüminat seviyesine bağlanmaktadır (121). MTA'nın sertleşmesi ve bakteriyel sızıntı direnci, kuru ortamdan olumsuz yönde etkilenmektedir (137). MTA'nın uzun sertleşme süresinin klinik dezavantajlarını ortadan kaldırabilmeye yönelik in vitro araştırmalar halen devam etmektedir (117,143-145).

### **b. Sertleşme Genleşmesi**

Literatürde farklı MTA preparatlarının sertleşme genleşmeleri ile ilgili çelişkili sonuçlar bulunmaktadır (126,132,133). WMTA'nın, GMTA'ya göre daha fazla genleştiğini gösteren çalışmaların yanında (132,133), GMTA'nın WMTA'ya göre daha fazla genleştiği de rapor edilmiştir (126). Sonuçlardaki bu farklılıkların immersiyon likidinin kompozisyonuna ya da iki MTA formunun kimyasal yapılarındaki farklılığa bağlı olabileceği bildirilmiştir (111,114,146). Bu sonuçlar, MTA'nın farklı ortamlarda saklanmasıyla sertleşme genleşmesini etkileyebileceğini ortaya koymaktadır (126).

### **c. Çözünürlük**

Bir çok araştırma, MTA'nın sıvı ortamda çok az çözüldüğünü veya hiç çözünmediğini ortaya koymakla beraber (116,136,147,148), uzun takipli bir çalışmada MTA'nın çözünürlüğünde artış gözlemlendiği rapor edilmiştir (149). Bunun temel nedeni, MTA'nın toz-likit oranında yapılabilecek hatalardır (9). Özellikle düşük toz-likit oranı, MTA'nın porozitesini ve çözünürlüğü arttırmaktadır (129). Su oranının artırılması ile MTA'dan kalsiyum salınımının artabileceği rapor edilmiştir (9). Bir in vitro çalışmada (148), farklı pH'lardaki fizyolojik solüsyona gömülen WMTA'nın 7 gün içinde ağırlığında bir azalma meydana geldiği, ancak 30 gün sonunda ağırlığında bir artış olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, ağırlıktaki azalmayı kalsiyum hidroksitin

serbestleşmesine; 30 gün sonraki artışı da materyal yüzeyinde apatit kristallerinin oluşmasına bağlamışlardır.

MTA'dan kalsiyum iyonlarının salınımı birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (129,150-153). Antunes Bortoluzzi ve diğerleri (150), WMTA'ya kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}_2$ ) ekleyerek ilk 24 saat boyunca kalsiyum salınımında anlamlı artış elde etmişlerdir. Kültür ortamında yüksek oranda kalsiyum iyonunun hücre proliferasyonunu azalttığı sonucuna varılmıştır (154).

MTA'dan kalsiyum salınımı indirekt yolla da gerçekleşebilmektedir. Simüle edilmiş kök rezorpsiyonu varlığında, kök kanalları içerisine MTA yerleştirilen dişlerde dış ortama kalsiyum iyon salınımının, MTA yerleştirilmeyen dişlere kıyasla daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (151).

#### **ç. Sıkışma Dayanıklılığı**

MTA'nın sıkışma dayanıklılığı, MTA'nın tipi, karıştırmak için kullanılan likit, kondensasyon basıncı, likitin pH değeri ve saklama koşulları gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir (124,133,137-139). MTA'nın erken dönem (24 saat) sıkışma dayanıklılığının amalgam, IRM ve Super EBA'ya göre anlamlı derecede düşük olduğu (116), ancak ilerleyen haftalarda bu materyallere benzer sıkışma dayanıklılığına ulaştığı bilinmektedir (141). MTA'nın içeriğindeki dikalsiyum silikatın hidrasyon hızı trikalsiyum silikattan düşük olduğu için (121), MTA'nın sıkışma (116) ve itme dayanıklılığı yönünden ideal düzeye ulaşabilmesi zaman almaktadır (128,135).

WMTA'nın sıkışma dayanıklılığı, %37'lik fosforik asit uygulaması sonrasında azaldığından, total-etch adeziv uygulamasının MTA yerleştirilmesinden 96 saat sonra yapılması gerektiği rapor edilmiştir (155).

#### **d. Bükülme Dayanıklılığı**

Torabinejad ve Chivian (156), perforasyon tamiri, pulpa kaplaması ve apikal tıkaç olarak kullanıldığında MTA'nın üzerine ilk 24 saat boyunca nemli bir pamuk pelet koymayı önermişlerdir. Bu işlem ile MTA'nın çift taraflı hidrasyonu sağlanırken (134,156), materyalin bükülme dayanıklılığını da arttırmaktadır (9).

### **e. Gerilme Dayanıklılığı**

Bir kök tamir materyalinin uzun dönem başarısı, sızdırmazlık ve biyouyumluluğunun yanı sıra diş fonksiyonları sırasında yerinden oynamamasına da bağlıdır (9). Bu nedenle kökün farklı seviyelerinde uygulanan biyomateryallerin gerilme dayanıklılığı, materyal seçiminde önemli bir fiziksel kriter olarak ön plana çıkmaktadır (9). Ortamdaki nem MTA'nın gerilme dayanıklılığı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir (135). MTA'nın yapısında bulunan dikalsiyum silikatın hidrasyon hızı, trikalsiyum silikatın hızına kıyasla daha düşük olduğundan, MTA'nın nemli bir ortamda bulunması zaman içerisinde gerilme dayanıklılığını arttırmaktadır (121).

Tüm bu bilgilerin ışığı altında, uygulanan ortamda yeterli nemin bulunması halinde MTA'nın bükülme, gerilme ve sıkışma dayanıklılığı yönünden optimal düzeye ulaşabileceği ileri sürülebilir (9).

### **f. Diğer Dental Materyallere Bağlanma Kuvveti**

WMTA'nın kompozit ve kompomer ile makaslama tipi kopma direnci karşılaştırıldığında, total-etch adezivlerin tek basamaklı self-etch sistemlere kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bağlantı kuvveti oluşturduğu gösterilmiştir (157). Prefabrike postlar için yapıştırıcı ajan olarak kullanılan MTA'nın retansiyon kuvveti, çinko fosfat ve cam iyonomer simandan anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (157).

### **g. Yer Değiştirme**

Açık apeksli dişlere 1 ve 4 mm kalınlığında MTA apikal bariyer uygulandığında 4 mm kalınlığındaki apikal bariyerin, 1 mm kalınlığındaki örneklere kıyasla belirgin şekilde daha yüksek yer değiştirme direnci gösterdiği bulunmuştur (13).

### **h. pH**

Yeni karıştırılmış MTA'nın pH'sı 10,2 olup, bu değer 3 saat sonunda 12,5'e çıkmaktadır (116). GMTA ile karşılaştırıldığında, WMTA'nın karıştırıldıktan 60 dk. sonra belirgin derecede daha yüksek pH değerine sahip olduğu bildirilmiştir (132,133).

### **i. Radyoopasite**

MTA'nın ortalama radyoopasitesinin 7,17 mm kalınlığında alüminyuma eşdeğer olduğu bildirilmektedir (116). Bu değer, bir çalışmada Super EBA ve IRM'nin radyoopasitesinden daha yüksek bulunurken (158), diğer bir çalışmada daha düşük olduğu bildirilmiştir (159). Sonuçlar arasındaki bu farklılığın radyoopasitenin hesaplanmasında kullanılan farklı metodlardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (9). GMTA ile kıyaslandığında WMTA'nın daha radyopak olduğu gösterilmiştir (132,133).

### **j. Partikül Büyüklüğü**

MTA patenti ve üretici verileri doğrultusunda MTA bileşenlerinin büyük kısmının portland çimentosu ile aynı olduğu bilinmektedir (107). Dammaschke ve diğerleri (121), WMTA'nın portland çimentosundan daha küçük partikül boyutuna sahip olduğunu, WMTA'nın mekanik ve biyouyumlu özelliklerinin partikül homojenitesine ve materyal yüzey morfolojisine bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. WMTA partiküllerinin GMTA'ya kıyasla daha ince olduğu (114,146,160) ve GMTA'nın portland çimentosuna benzer yapıda olduğu bildirilmiştir (160). Lee ve diğerleri (161), GMTA'nın partikül büyüklüğünü 1-10 µm olarak bildirirken, Camilleri (122), WMTA tozunun hidrasyon öncesi partikül büyüklüğünün yaklaşık 1-30 µm olduğunu bildirmiştir.

### **k. Pörözite ve Mikrosertlik**

MTA'nın pörözite düzeyi ilave edilen su miktarına, karıştırma sırasında materyalin yapısına katılan hava kabarcıklarının miktarına veya ortamın asidik pH'sına bağlıdır (117,125,129,141,142).

MTA'nın mikrosertliği ise ortamın pH'sı, materyalin kalınlığı, kondensasyon basıncı, karışan hava miktarı, nem, materyalin asitle pürüzlendirilmesi ve ısı gibi faktörlerden etkilenebilmektedir (138,142,155,161,162). MTA'nın hidrasyon fazında iğne şeklinde ve kübik kristaller oluşmaktadır (161). Asidik ortamda kübik kristaller

arasında iğne şeklindeki kristaller oluşmamakta, bu da materyalin mikrosertliğini azaltmaktadır (9).

### **I. Biyouyumluluk**

MTA'nın biyouyumluluğu birçok laboratuvar ve klinik araştırma ile ortaya konulmuştur (163,164). Kettering ve Torabinejad (165), MTA'nın mutajenik etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Torabinejad ve diğerleri (166), yeni karıştırılmış ve sertleşmiş MTA'nın Super EBA ve IRM'ye kıyasla daha az sitotoksik etki gösterdiğini rapor etmişlerdir. Fare kemik iliği hücrelerinde yapılan bir çalışmada, MTA'nın hücre büyümesini inhibe etmediği, ancak osteoblast benzeri hücrelerin proliferasyonunu baskıladığı bildirilmiştir (167).

Farklı kontrol ve test materyalleri ile karşılaştırılan çeşitli hücre kültür çalışmalarında, MTA varlığında çeşitli sitokinler ve biyolojik biyobelirteçlerin artışı bildirilmiştir. Bu sitokin ve biyolojik biyobelirteçlerin arasında interlökin (IL)-1 $\infty$  (168,169) IL-1 $\beta$  (168-170) IL-2 (171) IL-4 (171) IL-6 (168-170,172,173) IL-8 (172) IL-10 (171) IL-18 (170) osteokalsin (169,170,174-176) alkalın fosfataz (174,176,177) kemik sialoprotein (176) osteopontin (176,178) ve BMP-2 yer almaktadır. MTA ve kalsiyum hidroksitin 3T3 fibroblast hücreleri üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmada, MTA'nın kalsiyum hidroksite kıyasla daha kısa süreli sitotoksik etkisi olduğu bildirilmiştir (179). Simon ve diğerleri (180), MTA'nın pulpa hücre kültüründe yoğun tip 1 kollojen ve dentin sialoprotein oluşturduğunu bildirmişlerdir

### **m. MTA'nın Dezavantajları**

MTA diş sert dokularında renklenmeye neden olmaktadır (111). Bu durum GMTA kadar WMTA'da da halen teknik olarak çözümlenememiş bir problemdir (181).

MTA'nın bir diğer dezavantajı ise; yerleştirildikten ve sertleştikten sonra etkin bir şekilde uzaklaştırılmasının zor olmasıdır (181). Ultrasoniklerin kullanımı ile etkin bir uzaklaştırma yapılabildiği bilinmekle birlikte, bu teknik özellikle eğri kanallarda uygulanamamaktadır. Bu nedenle eğri kanallarda MTA kullanımında



dikkatli bir teşhis konulmalı ve herhangi bir başarısızlık durumunda kök ucu rezeksiyonuna başvurulmalıdır (181).

MTA, klinik olarak geç sertleşen bir materyaldir. ProRoot MTA'nın sertleşme zamanı ortalama 2,5 - 4 saattir ve total sertleşmenin 21 gün aldığı rapor edilmiştir (116).

### **2.5.3 MTA Yerleştirme Tekniğinin Fiziksel Özelliğine Etkisi**

MTA yerleştirilmesinde; özel dizayn edilmiş Teflon el aletleri, plastik el aletleri (182) ve Messing iğne tipi şırıngalar (183) gibi değişik materyaller kullanılmaktadır.

MTA'nın polietilen tüplere plugger ve ultrasonikler ile yerleştirilme etkinliğinin radyografik ve mikroskopik olarak karşılaştırıldığı bir çalışmada, kullanılan MTA kalınlığından bağımsız olarak plugger ile yerleştirmenin ultrasonik yerleştirmeden daha az boşluk oluşturduğu rapor edilmiştir (184).

Araştırmalar, artan kondensasyon basıncının MTA'nın sıkışma dayanıklılığını ve mikroyapısını olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir (138).

### **2.5.4 MTA'nın Farklı Tiplerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri**

Loma Linda Üniversitesi'nde geliştirilip Dentsply International tarafından piyasaya sürülen ProRoot MTA dışında, Brezilya kökenli Angelus (Angelus,Londrina,PR,Brezilya) ve Arjantin kökenli Egeo (S.R.L., Buenos Aires, Arjantin) ve Polonya Kökenli MTA Plus (Cerkamed, Krakow, Polonya) da ticari olarak temin edilebilen WMTA preparatları arasında bulunmaktadır (185).

ProRoot MTA'ya kıyasla MTA Angelus'un kimyasal yapısı ve biyouyumluluğu benzer olsa da (112), aralarında bazı farklılıklar mevcuttur. ProRoot MTA %75 portland çimentosu, %20 bizmut oksit ve %5 kalsiyum sülfat dehidrat içerirken, MTA Angelus %80 portland çimentosu, %20 bizmut oksit içermektedir (186). ProRoot MTA tozu nem varlığında koloidal jele dönüşerek sertleşirken, MTA Angelus tozu su ile karıştırıldığında jele dönüşür ve sonrasında sertleşmesini tamamlar (187). ProRoot MTA'nın karıştırıldığında pH'sı 10,2 iken, 3 saat sonunda 12,5 değerine

ulaşır, MTA Angelus'un ise pH'sı 12 civarındadır (188). MTA Angelus'un ProRoot MTA'ya kıyasla daha yüksek pH değerine sahip olması içeriğindeki portland çimentosunun daha yüksek oranda bulunması ile açıklanmaktadır (188). ProRoot MTA'nın sertleşme zamanı 2 saat 45 dk ( $\pm 5$ dk), final sertleşme zamanı ise 4 saat iken; üreticiler MTA Angelus'un sertleşme zamanını 10 dk., final sertleşme zamanını ise 15 dk. olarak bildirmişlerdir. Üreticiler MTA Angelus ile tedaviye devam edebilmek için son sertleşme zamanını beklemeye gerek olmadığını bildirseler de bunu destekleyen kanıt bulunmamaktadır (163). ProRoot MTA'daki uzun sertleşme zamanı materyal içerindeki stresi ve marjinal sızıntıyı azaltırken, tedavinin tamamlanması için ek bir seansa neden olmaktadır (189). Angelus MTA'daki kısa sertleşme zamanı ise tedavinin aynı seans tamamlanmasına olanak sağlamaktadır. Vital dokularla temas halinde iken boyutsal stabilitenin korunması için kök ucu dolgu materyallerinin sertleşme zamanının düşük olması gerekmektedir. Ancak genel olarak hızlı sertleşen materyaller daha çok sızıntı göstermektedir. Bu durum ProRoot MTA'nın kök ucu dolgu materyali olarak kullanıldığında diğer materyallere kıyasla daha az boya ve bakteri sızıntısı gösterme nedenini açıklamaktadır (116). Sıkışma dayanıklılıkları karşılaştırıldığında ise, ProRoot MTA 21 gün sonunda 70 MPa değerine ulaşırken, MTA Angelus 28 gün sonunda 44,2 MPa değerine ulaşmaktadır (190).

MTA Plus ise kalsiyum hidroksit, silikon, demir, alüminyum, sodyum, potasyum, bizmut, magnezyum oksit ve kalsiyum fosfattan oluşmaktadır. Kimyasal yapısı MTA Angelus ve ProRoot MTA ile benzer olmasının yanında üretici firma MTA Plus'ın MTA Angelus ve ProRoot MTA'ya kıyasla daha ince partiküllere sahip olduğunu bildirmiştir (191).

### **2.5.5 Nekrotik Pulpalı ve Açık Apeksli Dişlerde MTA Apikal Bariyer**

#### **Kullanımı**

Shabahang ve diğerleri (104), deneysel periapikal lezyon oluşturulmuş immatür apeksli köpek dişlerinde osteojenik protein-1, MTA ve kalsiyum hidroksitin etkilerini incelemişlerdir. Araştırmanın sonuçları, MTA grubunda apikal kapanma

oranının daha yüksek olduğunu ve diğer gruplara kıyasla daha az inflamatuvar hücre oluştuğunu göstermiştir.

Pradhan ve diğerleri (192), maksiller daimi keser dişlerde apikal bariyer olarak MTA ve kalsiyum hidroksiti karşılaştırmışlar ve kalsiyum hidroksit grubunda sert doku bariyeri oluşması için GMTA'dan daha fazla zaman gerektiğini rapor etmişlerdir.

Pace ve diğerleri de (193), 24 ay takipli çalışmalarında MTA apikal bariyer uygulanan 11 nekrotik pulpalı ve açık apeksli dişin 10'unda başarılı olduklarını bildirmişlerdir.

Mente ve diğerleri (194), açık apeksli nekrotik dişlerde ortograd MTA apikal tıkaç yerleştirilmesinin uygun bir tedavi seçeneği olduğunu, 4 yıldan daha fazla takip süresine rağmen başarı oranının yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca tedavi öncesi periapikal radyolusensinin dişin prognozu açısından önemli olduğu ve radyolusensi bulunan ve bulunmayan dişlerdeki iyileşme yüzdesinin sırasıyla %85 ve %96 olduğu rapor edilmiştir.

### **2.5.6 Kök Ucu Dolgu Materyali Olarak Kullanılan MTA'nın Diğer Materyaller ile Karşılaştırılması**

#### **Sıvı Filtrasyon Yöntemi**

Sıvı filtrasyon testleri MTA'nın, amalgam (195-198) ve Super EBA'ya (197) kıyasla daha az sızdığını göstermiştir.

İki farklı yöntemle (erbium:YAG lazer ve ultrasonik) kök ucu preparasyonunun yapıldığı bir çalışmada, lazer yöntem kullanıldığında MTA'nın, IRM, Super EBA'ya kıyasla daha az sızıntı gösterdiği rapor edilmiştir (199).

De Bruyne ve diğerleri (200), WMTA, Fuji IX, IRM'nin sızıntı değerlerini sıvı filtrasyon ve kapiller akış porometresi kullanarak karşılaştırdıkları bir çalışmada, 6 ay sonunda Fuji IX'un, IRM ve MTA'ya kıyasla daha az sızıntı gösterdiğini bildirmişlerdir. Ancak testler kapiller akış porometresi kullanılarak yapıldığında IRM ve WMTA'nın sızıntı değerlerinin Fuji IX'dan daha az olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar bu çelişkili sonuçları, kök ucu preparasyon kavitesinin genişliğinin farklı olmasına,

ayrıca ilk çalışmada insan dişi kullanırken ikinci çalışmada koyun dişi kullanmalarına bağlamışlardır (200).

### **Boya Sızıntı Yöntemi**

MTA sızıntısını karşılaştıran boya sızıntı testlerinde, metilen mavisi, fuksin, gümüş nitrat, hint mürekkebi ve pelikan mürekkebi gibi çeşili materyaller kullanılmıştır (201). Bu çalışmaların büyük bir kısmında MTA'nın, Super EBA, amalgam (117,202) ve IRM'ye kıyasla (203,204) daha az sızıntı gösterdiği bildirilmiştir.

Gondim ve diğerleri (205), kök ucu dolgu materyallerinin sızıntılarını karşılaştırdıkları çalışmalarında ProRoot MTA'nın Super EBA ve IRM'ye kıyasla daha az sızıntı gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Wu ve diğerleri (206), nemli ortamda MTA reaksiyonundan sonra oluşan kalsiyum hidroksitin sonucunda, sızıntı çalışması sırasında kullanılan metilen mavisinin rengini kaybettiğini bildirmişlerdir. Bu sonucun kalsiyum hidroksit kullanıldığında da ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Dişlerin formalinde bekletilmesinin de sızıntı testlerini etkilediği düşünülmektedir. Kök ucuna farklı materyaller uygulanan 4 hafta formalinde bekletilen dişlerin sızıntı değerleri, taze çekilmiş dişlere kıyasla daha az olduğu rapor edilmiştir (207).

### **Protein Sızıntı Testleri ve Bakteriyel Penetrasyon**

Valois ve Costa (208), sığır albumini kullanarak kök ucu dolgu materyali olarak MTA'nın farklı kalınlıkta kullanıldığında tıkama özelliğine etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak 4 mm kalınlığındaki MTA grubunun, daha az kalınlıkta MTA uygulanan gruplardan daha az sızıntı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Birçok çalışmada, MTA'nın bakteri penetrasyonuna karşı direncinin amalgama ve Super EBA'ya kıyasla daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (209,210). MTA, vücut sıvılarında ve kan varlığında iyi bir sızdırmazlık düzeyi sağlayabilmekle

beraber, özellikle tükürük kontaminasyonunun varlığında bu özelliği azalmaktadır(211).

## 2.6 Kök Kanal Tedavisinde İrrigasyon

Kök kanal tedavisi sırasında kanal içerisindeki bakteri, bakteri ürünleri ve nekrotik doku artıklarının uzaklaştırılabilmesi için mekanik temizlemenin yanında irrigasyonun da etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir (212). Kök kanal irrigasyonu, mekanik temizleme sırasında bakteri eliminasyonu ve bakteri toksinlerinin inaktivasyonunu sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (213).

Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonlarının birtakım fiziksel ve biyolojik etkileri bulunmaktadır (214):

1. Kök kanal sistemindeki enfekte sert ve yumuşak doku artıkları fiziksel ve kimyasal olarak uzaklaştırılır.
2. Kök kanal sistemindeki organik ve inorganik yapıları çözer.
3. Mikroorganizmaların besin kaynağı olan organik debrisler uzaklaştırılarak kök kanallarındaki mikroorganizma sayısı ve tipi azaltılır.
4. Kayganlaştırıcı etki sağlanarak kanal aleti ile çalışma kolaylaştırılır.
5. Kanal içi dezenfektanların etkileri arttırılır.

Laboratuvar ve klinik çalışmalar, mekanik temizleme sonrasında kök kanal duvarlarının büyük bir bölümünün temizlenmediğini göstermiştir (215). Bu nedenle, etkin bir irrigasyon endodontik tedavinin prognozunda büyük önem taşımaktadır.

İdeal bir kök kanal irrigasyon solüsyonu, aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır (216):

1. Kök kanalında doku ve debris çözebilmelidir. Özellikle mekanik preparasyon sırasında kök kanal aletlerinin ulaşamadığı yan kanallara, istmuslara, apikal dallanmalara ve dentin tübüllerine nüfuz ederek yumuşak ve sert doku artıklarını eritebilmeli ve kanaldan uzaklaşmalarını kolaylaştırmalıdır.

2. Kök kanal aletlerinin ulaşamadığı bölgelerde akışkanlığını arttırmak için yüzey gerilimi düşük olmalıdır.
3. Dişi çevreleyen dokular üzerinde toksik, antijenik ve karsinojenik etkisi olmamalıdır.
4. Kayganlaştırıcı (Lubrikasyon) özelliği sayesinde kanal aletlerinin kök kanalında çalışmalarını kolaylaştırmalıdır.
5. Antimikrobiyal özellik taşımalıdır. Uygulama sırasında kök kanalında devam eden antimikrobiyal etki gösterebilmelidir.
6. Ucuz olmalıdır.
7. Raf ömrü uzun olmalı ve saklaması kolay olmalıdır.
8. Uygulaması kolay olmalıdır.

Halen bu özelliklerin tamamını taşıyan bir irrigasyon solüsyonu bulunmamaktadır (214).

Günümüzde irrigasyon ajanı olarak, asitler (Sitrik ve fosforik asit) (217), şelasyon ajanları (EDTA) (218), proteolitik enzimler, alkalın solüsyonlar (Sodyum hipoklorit, sodyum hidroksit, üre, potasyum hidroksit), oksidatif ajanlar (Hidrojen peroksit, GLY-Oxide), lokal anestetik solüsyonlar, Biopure MTAD (%3 doksisisiklin, %4,25 sitrik asit, %0,5 polisorbitat 80) (219), klorheksidin (220) ve serum fizyolojik kullanılmaktadır (221).

### **2.6.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)**

Endodontide kullanımı ilk olarak Walker (222) tarafından önerilmiştir. Sodyum hipoklorit organik artıklara karşı iyi bir çözücü olması (214), düşük yüzey gerilimi sayesinde dentin tübüllerine nüfuz edebilmesi (223), kolay temin edilebilmesi (224) ve ucuz olması (224) nedeni ile dünyada en çok kullanılan irrigasyon solüsyonudur (214). NaOCl'in pH değeri 10-12 arasındadır ve bu özelliği sayesinde geniş antimikrobiyal etkiye sahiptir (225). İçeriğindeki sürfaktanlar nedeniyle düşük yüzey gerilimine sahiptir ve bu sayede ulaşılması zor bölgelerden protein ve mikroorganizmaları etkin bir biçimde uzaklaştırabilmektedir (223).

NaOCl'in antibakteriyel ve doku çözücü etkinliğinden sorumlu olan klorin, stabil değildir, doku çözünmesinin ilk fazında ortalama ilk 2. dakikada hızlı bir şekilde metabolize olur. Bu nedenle irrigasyonun sürekli olarak yenilenmesi gereklidir (226). NaOCl, nekrotik dokular üzerinde etkili bir çözücü özelliğe sahip olup, keratinize epitel dışındaki tüm canlı dokuları eritme özelliğine sahiptir (227). NaOCl'in kanaldaki artıkları ve mikroorganizmaları etkili bir şekilde uzaklaştırabilmesi için direkt temasta olması gerekmektedir (228). NaOCl sıklıkla %0,5 - 6 arası konsantrasyonlarda kullanılmaktadır (229).

Zehnder ve diğerleri (230), NaOCl'in %1 gibi düşük konsantrasyonlarda bile nekrotik pulpa dokusu üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Haapasalo ve diğerleri ise (231), dentin artıklarının bulunduğu ortamda %1'lik NaOCl'in *E. faecalis* üzerindeki etkisinin azaldığını rapor etmişlerdir. Clegg ve diğerleri (232), %3 ve %6'lık NaOCl'in biyofilm üzerine etkilerini karşılaştırmış ve yüksek konsantrasyonda antibiyofilm etkinin arttığını göstermiştir. Ayhan ve diğerleri (233), %0,5 ve %5,25'lik NaOCl'in *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli* ve *Candida albicans* üzerindeki antimikrobiyal etkilerini karşılaştırmış ve %5,25'lik konsantrasyonunun tüm mikroorganizmalara karşı etkili olduğunu, %0,5'lik konsantrasyonun ise belirgin derecede düşük bir etki yarattığını bildirmişlerdir. Siqueira ve diğerleri (228), %1, %2,5, %5,25'lik NaOCl'in *E. faecalis* üzerindeki etkileri arasında fark olmadığını ve yüksek konsantrasyonlarda elde edilen etkinliğin, düşük konsantrasyon-yüksek irrigasyon hacmi kombinasyonu ile kompanze edilebileceğini bildirmişlerdir (234).

NaOCl'in doku çözücü etkisi, solüsyonun doku ile temas ettiği yüzey alanı, konsantrasyon, hacim, pH, uygulama süresi ve ısıya bağlı olarak değişiklik göstermektedir (235). NaOCl'in pH'sının düşürülmesi (236) ve ısısının artırılması (237) ile doku çözücü aktivitesinin de arttığı rapor edilmiştir. 37°C'de %5,25'lik ve %2,6'lık NaOCl'in etkileri arasında fark gözlenmezken; 21°C'de %5,25'lik konsantrasyonun daha etkili olduğu rapor edilmiştir (237).

Türkün ve Cengiz (235), kök kanallarının kalsiyum hidroksit ile muamele edilmesinin ardından %0,5'lik NaOCl'in temizleme etkinliğinin, %5'lik NaOCl ile

sağlanan etkiye eşdeğer olduğunu göstermişlerdir. Giardino ve diğerleri (238), %5,25'lik NaOCl ve MTAD'nin *E.faecalis* biyofilmi üzerindeki etkilerini karşılaştırmış ve %5,25'lik NaOCl'in biyofilmi çözüp uzaklaştırabildiğini rapor etmişlerdir. %6'lık NaOCl'in, %2'lik klorheksidin (CHX) ve CHX-Plus'a kıyasla *E.faecalis* biyofilmine karşı daha etkili olduğu bildirilmiştir (239).

### 2.6.2 Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)

Kök kanal sisteminin etkili temizlenmesinde irrigasyon solüsyonlarının organik ve inorganik artıklara etkili olması önem taşımaktadır. Bu nedenle smear tabakasının uzaklaştırılması ve irrigasyon etkinliğinin artırılması için NaOCl'in şelasyon ajanları ile birlikte kullanılması önerilmiştir (217). Endodontide en çok kullanılan şelasyon ajanları; EDTA, REDTA (Sulu bir taşıyıcı içinde sodyum hidroksitle tamponlanmış EDTA) ve Rc-Prep (REDTA ve üre peroksit)'tir (240). EDTA, dentin yapısındaki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek çözünebilir kalsiyum şelatları oluşturur (241). Her bir şelat molekülü yalnızca bir kalsiyum iyonuna bağlanabilmektedir (213). EDTA, peritübüler ve intertübüler dentini dekalsifiye ederek kollajeni açığa çıkarır. Açığa çıkan kollajen ise NaOCl uygulaması sonrası çözülür ve dentin tübüllerinin ağzı genişler (242). EDTA'nın 5 dakika uygulanması ile dentinin 20-30 µm kalınlığında dekalsifiye edilebildiği rapor edilmiştir (243). EDTA'nın % 10 - % 17 arasındaki konsantrasyonlarının kullanımı bildirilmiş olmasına karşın en sık kullanılan konsantrasyonu % 17'dir (244).

EDTA, dentinin sadece inorganik kısmına etkili olduğundan, smear tabakasının etkili bir şekilde uzaklaştırılması için NaOCl irrigasyonu sonrası son irrigasyon olarak EDTA kullanımı önerilmektedir (242,245). Niu ve diğerleri (246), debris uzaklaştırmada %15'lik EDTA'yı takiben %6'lık NaOCl uygulamasının, sadece %15'lik EDTA uygulamasına kıyasla daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Farklı irrigasyon protokollerinin smear tabakasını uzaklaştırma ve dentin üzerindeki eroziv etkileri karşılaştırıldığında test edilen solüsyonların smear tabakasını uzaklaştırmada kökün koronal ve orta üçlüsünde daha etkili olduğu, apikal bölgede %17'lik



EDTA'nın, %5,25'lik NaOCl ve Biopure MTAD'ye kıyasla temizleme ve eroziv özelliklerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir (247).

EDTA'nın antimikrobiyal etkisinin az olduğu ya da hiç olmadığı, bazı çalışmalarda ise antifungal etkisi olduğu bildirilmiştir (248,249). EDTA, bakterileri öldürmeden hücre zarını zayıflattığından, bakteri hücre duvarına etkili olan klorheksidin gibi solüsyonlarla kullanıldığında etkinliği artmaktadır (250). EDTA ve NaOCl karışımında EDTA şelasyon özelliğini kaybetmezken, NaOCl'in doku çözücü etkinliğinin azaldığı rapor edilmiştir. Bu nedenle bu iki solüsyonun karışım olarak değil ayrı ayrı uygulanması önerilmektedir (251).

### 2.6.3 Klorheksidin (CHX)

Hidrofobik ve lipofilik bir molekül olan klorheksidin, bakteri hücre membranındaki fosfolipit ve lipopolisakkaritlere etki ederek duvar geçirgenliğini artırır ve hücre komponentlerinin dışarı çıkmasına neden olur (252). CHX, düşük konsantrasyonlarda (%0,2) fosfor ve potasyum iyonlarının hücre dışına sızmasıyla bakteriyostatik etki, yüksek konsantrasyonlarda (%2) proteinin çapraz bağlanması sonucu sitoplazmanın koagülasyonu nedeniyle bakterisidal etki göstermektedir (252). CHX, gram (+) ve gram (-) bakterilere etki eden geniş antimikrobiyal spektrumlu bir ajan olmasına rağmen, mikobakter, bakteri sporları ve birçok virüs türleri CHX'e karşı dirençlidir (253). CHX'in organik ve inorganik yapılara etkisi olmadığından, tek başına irrigasyon solüsyonu olarak tercih edilmemektedir (229).

Gomes ve diğerleri (254), farklı konsantrasyonlardaki NaOCl'in (%0,5, %1, %2,5, %4, %5,25) ve CHX'in iki farklı formunun (jel,sıvı) farklı konsantrasyonlarının (%0,2,%1,%2) *E.faecalis*'e karşı antimikrobiyal etkilerini karşılaştırmışlar ve tüm irrigantların *E.faecalis* inhibisyonunda etkili olduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca sıvı formdaki CHX'in tüm konsantrasyonlarının ve %5,25'lik NaOCl'in en etkili ajanlar olduğunu rapor etmişlerdir.

CHX dental dokular ve mukoza membranı tarafından absorbe edilerek uzun süreli salım yapar ve bu sayede uzun süre antibakteriyel etkisini sürdürebilir (255).

Leonardo ve diğeri (256), CHX'in kök kanalına uygulanmasını takiben 48 saate yakın rezidüel etki gösterdiğini rapor etmişlerdir.

#### **2.6.4 Serum Fizyolojik**

Serum fizyolojik, sodyum klorürün steril sudaki solüsyonudur. Serum fizyolojik solüsyonu, smear tabakasını uzaklaştırmada, organik ve inorganik dokuları çözmede etkisiz olduğundan endodontide genellikle solüsyonların birbiri ile etkileşimlerini nötralize etmek veya son irrigasyon solüsyonunun kanaldan uzaklaştırılması amacı ile kullanılmaktadır (257).

### **2.7 Irrigasyon Aktivasyon Sistemleri**

Irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinde kimyasal özelliklerinin yanında, kullanılan solüsyonun miktarı, ısısı, dentin yüzeyi ile temas süresi ve kök kanal sistemine iletilmesi de önemlidir (258).

Ultrasonik aletler, elektrik enerjisini ultrasonik enerjiye çevirmektedir (259). Ultrasonik aletlerin endodontide kullanılması ilk olarak 1957'de Richmann'nın (260) apikal rezeksiyonlarda kullanmasıyla ortaya çıkmıştır. 1976'da Martin'in geliştirdiği bir cihaz ile ultrasonik gücün kök kanal temizlenmesi ve şekillendirilmesinde kullanılabilmesi gündeme gelmiştir (261). Ultrasonik cihazlar 25-50 kHz'lik bir frekansta çalışırlar (262) ve bu değer insan duyma limitinin (20 kHz) üzerindedir (259).

Literatürde ultrasonik irrigasyonun iki farklı tipi tanımlanmıştır (259);

1. Ultrasonik preparasyonla irrigasyonun kombine edildiği ultrasonik irrigasyon (Uİ).
2. Ultrasonik preparasyonun olmadığı, sadece solüsyon aktivasyonunun olduğu pasif ultrasonik irrigasyon (PUI).

Uİ sırasında eğe, kök kanal duvarı ile temas halindedir (259). Bu nedenle Uİ'un, PUI'a kıyasla kök kanalından simüle pulpa dokusunu ve smear tabakasını

uzaklaştırmada daha etkisiz olduğu bildirilmiş (263,264), bu durum akustik akımın ve kaviteasyonun azalması ile ilişkilendirilmiştir (264).

PUİ terimi ilk kez Weller ve diğerleri (263) tarafından tanımlanmıştır. Pasif ultrasonik irrigasyon sırasında titreşen eğe veya aletten kanal içerisindeki solüsyona ultrasonik dalgalar halinde enerji transferi gerçekleşir. Bu da irrigasyon solüsyonunda akustik akım ve kaviteasyona neden olur (264). Akustik akım ile kastedilen, eğin çevresinde sirküler şekildeki sıvının hareketidir (265). Akustik kaviteasyon ise sıvı içerisinde yeni baloncuklar oluşumu veya var olan baloncukların genişmesi ya da daralmasıdır (266). İnce eğerlerde, eğin yer değiştirmesi daha hızlı olacağından daha güçlü akustik akım oluşmaktadır (259). Ahmad ve diğerleri (264), 15 veya 20'den daha geniş eğerlerin sadece geniş kök kanallarında serbest şekilde titreşim gösterdiği ve 25'lik eğerlerin 15 ve 20'lik eğerlerden daha az akustik akım yarattığını rapor etmişlerdir. Bu durum eğin, etkin akustik akım sağlayabilmesi için kanalda serbest hareket edebilmesi gerektiğini göstermektedir (253).

Pulpa artıklarını, dentin debrisini ve planktonik bakterileri uzaklaştırmada PUİ'nun, şırınga irrigasyonuna kıyasla daha etkili olduğu rapor edilmiştir (267,268) PUİ'nun şırınga irrigasyonuna kıyasla eğri kanallar ve istmuslarda daha başarılı olduğu da bilinmektedir (269,270). Öte yandan Mayer ve diğerleri (271), kök kanalından dentin debrisini uzaklaştırmada PUİ ve şırınga irrigasyonu arasında bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Ancak bu çalışmada ultrasonik aktivasyon öncesinde EDTA'nın kanalda bırakıldığı, kanalda kalan EDTA'nın NaOCl'i inhibe etmiş olabileceği; bu nedenle de debris uzaklaştırma etkinliğinin azalmış olabileceği bildirilmiştir (259).

PUİ sırasında irrigasyon akışı devamlı ya da aralıklı olarak uygulanabilmektedir (272). Van der Sluis ve diğerleri (273), irrigasyonun 3 dk. uygulanması durumunda bu iki yöntem arasında herhangi bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Passarinho-Neto ve diğerleri (274), dentin debrisi uzaklaştırmada irrigasyon solüsyonu hacminin aynı olmasına rağmen, devamlı irrigasyon solüsyonu akışı olduğu durumda 5 dk.'lık uygulamanın 1 dk.'lık uygulamadan daha etkili

olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma irrigasyon etkinliğinde solüsyonun hacminden çok uygulama süresinin etkili olduğunu gösteren diğer çalışmalarla uyumludur (275). Benzer şekilde Macedo ve diğerleri (276), Uİ'da uygulama süresi, irrigantın yenilenmesi ve irrigantın ısısının arttırılmasının etkinliğini araştırmışlar ve NaOCl'in irrigasyon süresince yenilenmesinin ve uygulama süresinin arttırılmasının debris uzaklaştırma etkinliğini arttırdığını; ancak ısısının arttırılmasının anlamlı bir etki yaratmadığını bildirmişlerdir. Van der Sluis ve diğerleri (277), PUİ'da irrigasyon akışının 15 ml/dk. ve aktivasyonun 3 dk. uygulanmasının kökün apikal üçlüsünde debris uzaklaştırmada etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

## 2.8. Kök Kanal Dolgu Maddeleri

Kök kanal dolgu materyalinin hermetik tıkama ve örtüm özelliği kök kanal tedavisinin başarısını etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır (278).

Birçok in vitro çalışma, kök kanal tedavisinden sonra bazı mikroorganizmaların kanalın koronal bölgesine penetre olup ve kökün orta ve apikal bölgesine geçiş yapabildiğini göstermiştir (279). Bu nedenle ideal bir kök kanal dolgusu, koronal sızıntı ve kontaminasyonu önlerken, periapikal bölgeye doku sıvıları, bakteri ve toksinlerinin geçişini de engelleyebilmelidir. Grossman'a göre (280) ideal kök kanal dolgu maddesinin sahip olması gereken özellikleri şunlardır;

1. Kolay manipüle edilmeli ve yeterli çalışma süresine sahip olmalıdır.
2. Kanalı lateral ve apikal yönden tıkamalıdır.
3. Boyutsal değişikliğe uğramamalı, kanala yerleştirildikten sonra büzülme göstermemelidir.
4. Neme dayanıklı olmalıdır.
5. Bakteriostatik olmalıdır.
6. Radyopak olmalıdır.
7. Diş dokularını boyamamalıdır.
8. Periapikal dokuları irrite etmemelidir.
9. Steril olmalı veya kanala yerleştirilmeden önce hızlı ve kolay bir şekilde steril edilebilmelidir.

10. Gerektiğinde kanaldan kolayca uzaklaştırılabilmelidir.

Kanal dolgu maddeleri, merkezi ana (kor) materyalleri ve kanal dolgu patları olarak ikiye ayrılmaktadır.

### 2.8.1. Katı Kor Materyalleri

Kök kanal sisteminin doldurulmasında merkezi ana (kor) materyaller olarak günümüzde kullanımı terkedilmiş olan gümüş koni gibi katı materyaller ve gutta-perka, Resilon gibi sentetik polimer yapıdaki yarı katı materyaller kullanılmaktadır.

#### A. Gutta-Perka

Gutta-perka, Taban ağacı (*Isonandra percha*) özsuynunun kurutulması ile elde edilmektedir. Gutta-perka kök kanal dolgu materyali olarak 1867 yılında Bowmann tarafından tanıtıldığı günden beri endodontide 'Altın Standart' olarak kabul edilmektedir (281). Gutta-perka %66 çinko oksit, %20 gutta-perka, %11 metal sülfatlar ve %3 reçine pigmentleri ile eser maddelerden oluşmaktadır (282). Gutta-perka'nın kimyasal olarak alfa ve beta formu bulunmaktadır (283). Gutta-perka'nın günümüzde en çok tercih edilen formu sıkıştırılabilir özelliği nedeniyle beta formudur ancak enjekte edilebilir kök kanal dolgu yöntemlerinde kullanım kolaylığı açısından daha fazla yapışkanlık ve acıcılık özelliği olan alfa formu tercih edilmektedir. Beta fazındaki gutta-perka 42-44<sup>0</sup>C'de alfa fazına dönüşürken, 56-64<sup>0</sup>C'de ise amorf hale gelmektedir (283). Gutta-perka'nın yumuşama derecesi 64<sup>0</sup>C, erime derecesi 100<sup>0</sup>C, parçalanma derecesi ise 150<sup>0</sup>C 'dir (284). Gutta-perka konları standardize ve standardize olmayan formlarda üretilmiştir. Standart kon formları, Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO) standartlarına göre %2'lik taperdaki (tepe açısı) 15-140 numara kanal eğeleri ile uyumlu üretilmiştir. Standardize olmayan gutta-perkalar ise daha geniş taper yapısına sahiptir.

Gutta-perka, toksisitesinin düşük olması nedeniyle biyouyumlu bir materyal olarak kabul edilmektedir (285). Gutta-perkanın diğer avantajları ise; eğri kanallara uygulama kolaylığı sağlayan sıkıştırılabilir özelliği, boyutsal stabilite, radyopak olması, ısıtıldığında plastik özellik kazanması ve gerektiğinde kök kanalından

uzaklaştırılmasıdır. Ayrıca kloroform, haloten, ksilen ve ökaliptol gibi çözücülerde çözünebilmektedir (286). Dezavantajları ise; rijit olmaması, kanal duvarına adezyon göstermemesi nedeniyle pat kullanımına ihtiyaç duyması, apikal stop oluşmadığında kolaylıkla apikal foramenden çıkabilmesidir (287).

Gutta-perka ısı ile steril edilemez. Bunun yerine 1 dk. %5.25'lik NaOCl içinde bekletme ile dezenfeksiyonu sağlanır (288). Dezenfeksiyon işleminden sonra dolguyu zayıflatabilecek NaOCl kristallerinin uzaklaştırılması için etil alkolde bekletilmesi ve kurutularak kök kanalına yerleştirilmesi önerilmiştir (289).

### **B. Resilon**

Gutta-perka'nın kök kanal duvarına veya kanal dolgu patlarına yeterli adezyon göstermemesi nedeni ile 2004 yılında alternatif bir kor materyali olarak self-etch primer ve reçine esaslı dual-cure kanal dolgu patından oluşan yeni bir adeziv kök kanal doldurma sistemi piyasaya sürülmüştür (290). Bu sistem, üretici firmasına göre, Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, A.B.D.) veya RealSeal (SybronEndo, Orange, CA, A.B.D.) ismi altında piyasaya sunulmuştur. Sentetik polimer esaslı kanal dolgu materyali olan Resilon'un içeriğinde %65 oranında biyoaktif cam, bizmut oksiklorit ve baryum sülfat gibi radyopak doldurucu partiküller bulunur (291). Resilon'un ticari preparatında ISO standartlarında 0,2, 0,4, 0,6 açılı ana ve yardımcı konlarının yanında, sıcak termoplastik doldurma teknikleri için pelet formları da bulunmaktadır (292). Resilon, içeriğinde polikaprolakton bulunmasından dolayı ısı ile yumuşatılabilmekte ve kloroform gibi çözücülerde çözünebilmektedir (281,293,294).

Resilon, Epiphany primer ve rezin içerikli patı ile kombine kullanıldığında hem pata hem de dentine bağlantı sağlayabildiğinden, sekonder monoblok yapı oluşturduğu bildirilmiştir (187). Resilon/Epiphany sistemi uygulamadan önce kök kanalına Epiphany primer (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, A.B.D.) uygulanmaktadır. Primer, fonksiyonel monomerde sonlanan sülfonik asit, hidroksietilmetakrilat, su ve polimerizasyonu başlatan inisiyatorleri içeren bir self etch primerdir (295).

Resilon Monoblok Sistemi'nin koronal tıkama ve kırılma dayanıklılığın yüksek olduğu rapor edilmiştir (292,296,297).

### 2.8.2 Kök Kanal Dolgu Patları

Grossman'a göre (280) ideal bir kök kanal patında bulunması gereken özellikler şunlardır;

1. Kanal duvarına yapışmalı ve böylece sertleştiği zaman kanal duvarı ile iyi bir adezyon sağlamalıdır.
2. Kök kanalında hermetik bir tıkama gerçekleştirmelidir.
3. Radyopak olmalıdır.
4. Kolayca karıştırılıp kanala yerleştirilebilmelidir
5. Boyutsal olarak stabil olmalı, sertleşme esnasında ya da sonrasında büzülmemelidir.
6. Diş dokularında veya yumuşak dokularda renklenmeye neden olmamalıdır.
7. Bakteriyostatik olmalı veya en azından bakteri gelişimini engelleyebilmelidir.
8. Yeterli çalışma zamanı olmalıdır.
9. Doku sıvılarında çözünmemeli ve nem varlığından etkilenmemelidir.
10. Mutajenik veya karsinojenik olmamalıdır. Periapikal dokulara zarar vermemelidir.
11. Gerektiğinde kanaldan kolayca sökülebilmelidir.

Orstavik (298), kök kanal patlarını kimyasal içeriklerine göre şu şekilde sınıflandırmıştır.

1. Çinko oksit öjenol içerikli patlar (Roth, Proco-Sol, Endomethasone, Tubli-Seal)
2. Reçine içerikli patlar (AH Plus, AH26, Epiphany/RealSeal, EndoRez)
3. Cam iyonomer içerikli patlar (Ketac-Endo, Fuji iyonomer)
4. Silikon içerikli patlar (RoekoSeal, GuttaFlow)

5. Kalsiyum hidroksit içerikli patlar (Sealapex, Apexit)

Günümüzde ise kök kanal dolgu patları şu şekilde sınıflandırılmaktadır (299);

1. Çinko oksit içerikli patlar
  - A. Çinko-oksit-öjenol
  - B. İlaç içerikli patlar
    - i. Paraformaldehit içerenler
    - ii. Paraformaldehit içermeyenler
  - C. Öjenolsüz çinko oksit
2. Kalsiyum hidroksit içerikli patlar
3. Cam iyonomer içerikli patlar
4. Polimer içerikli patlar
  - A. Epoksi rezin içerikli patlar
  - B. Metakrilat rezin içerikli patlar
  - C. Poliketon (polivinil) polimer içerikli patlar
  - D. Silikon polimer içerikli patlar
5. Biyoseramik içerikli patlar
  - A. Kalsiyum-silikat-fosfat içerikli patlar
  - B. Mineral Trioksit Aggragat içerikli patlar

**A. AH 26 Kanal Dolgu Patı**

İlk defa Schroeder (300) tarafından 1954 yılında tanıtılan ve kanal dolgu patları arasında kullanımı en yaygın olan epoksi rezin grubu bir preparattır. Tozu; bizmut oksit, hekzametilen tetramin, gümüş tozu ve titanyum oksit içerirken, likidi; epoksi- bisfenol rezinden oluşur. Bisfenol diglisidileter, bir katalizör olan hekzametilen tetraminle birleşerek polimerize olur (301). Polimerizasyon sırasında açığa çıkan formaldehit, pata antiseptik özellik kazandırmanın yanında, toksik özelliğini de arttırmaktadır (302). Çinko oksit öjenol patların polimerizasyonu sırasında açığa çıkan formaldehit miktarının AH26'da açığa çıkan miktarın 300 kat fazlası olduğu bildirilmiştir (303). Ayrıca çinko oksit öjenol içeren patların tersine, AH26 tamamen sertleştiğinde (Karıştırıldıktan 2 saat sonra) formaldehitin açığa



çıkmadığı rapor edilmiştir (304). AH26'nın dentin duvarlarına adaptasyonunun iyi olduğu, kabul edilebilir bir akışkanlık ve çalışma süresine sahip olduğu, düşük çözünürlük ve sızıntı gösterdiği ve biyouyumlu olduğu rapor edilmiştir (305). AH26'nın karıştırıldığı anda mutajenik ve karsinojenik olduğu, ancak bu etkinin 7 gün sonra belirgin bir azalma gösterdiği rapor edilmiştir (306). Epoksi rezin içerikli patların kök kanal dentinine ve hatta gutta-perkaya bağlanma dayanımlarının metakrilat içerikli olanlardan daha yüksek olduğu da bilinmektedir (307,308).

### **B. AH Plus Kanal Dolgu Patı**

AH26 içeriğindeki gümüş nedeniyle dişlerde renklenmeye neden olduğundan, bu dezavantajlara sahip olmayan AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Almanya) piyasaya sürülmüştür (309). AH Plus'ın içeriğinde bisfenol-A-diglisidileter, kalsiyum tungstat, demir oksit, zirkonyum dioksit, diaminler ve silikon yağı bulunmaktadır (310). AH Plus'ın sertleşme süresinin 37°C ve %100 nemli ortamda 500 dk. olduğunu rapor edilmiştir (311). AH Plus, AH26 ile karşılaştırıldığında daha radyoopaktır (312). Huang ve diğerleri (313), AH26'nın AH Plus'a kıyasla fare hepatositleri üzerinde daha yüksek toksisite gösterdiğini rapor etmişlerdir.

### **C. Epiphany Kanal Dolgu Patı**

Epiphany patı, hem ışıkla hem de kimyasal olarak polimerize olan dual-cure özelliğinde rezin esaslı bir kanal dolgu patıdır. İçeriğinde; bisfenol-A diglisidil metakrilat (Bis GMA), etoksile Bis GMA, üretan dimetakrilat, hidrofilik difonksiyonel metakrilat, silan ile muamele edilmiş baryum borosilikat camlar, baryum sülfat, silika, kalsiyum hidroksit, bizmut oksiklorit, peroksit, ışık inisiyatörleri, stabilizatörler ve pigment bulunmaktadır (314). Pembe renkli bir baz ile beyaz renkli bir katalizörden oluşan çift patlı bir sistemdir.

Epiphany'nin rezin içeriği sayesinde kök kanal dentin yüzeyinde 1-2 µm kalınlığında hibrit tabaka oluşturduğu rapor edilmiştir (294). Resilon'un ağırlığının

%70'ini doldurucular oluşturduğundan, kanal dolgusunun yenilenmesi gerektiğinde kök kanal sisteminden kolayca uzaklaştırılabilmektedir (290,314).

Gutta-perka'nın epoksi rezin esaslı patlara bağlanmadığı, gutta-perka ile aralarında boşluk oluştuğu rapor edilmiştir (290). Bu boşluklar nedeniyle Gutta-perka/AH 26 ile doldurulan örneklerdeki bakteri sızıntısı Resilon/Epiphany SE grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur (290).

## 2.9 Kök Kanal Dolgu Teknikleri

Kök kanal doldurma teknikleri şu şekilde sınıflandırılmaktadır;

1. Katı kor gutta-perka ve kanal dolgu patı
  - A. Soğuk gutta-perka teknikleri,
    - i. Tek kon tekniği
    - ii. Lateral kondensasyon (Sıkıştırma) tekniği
  - B. Kimyasal olarak plastisize edilmiş gutta-perka teknikleri
    - i. Ökalyptol
    - ii. Kloroform
    - iii. Halotan
  - C. Isıtılmış gutta-perka teknikleri
    - i. Vertikal kondensasyon tekniği (Schilder tekniği)
    - ii. Devamlı ısıyla doldurma yöntemi (Sistem B)
    - iii. Termomekanik kondensasyon tekniği (McSpadden tekniği)
  - D. Termoplastize gutta-perka teknikleri
    - i. Obtura ( Termoplastize enjeksiyon yöntemi)
    - ii. Gutta-perka taşıyıcılı sistemler
      - a. Thermafil
      - b. Soft Core tekniği
2. Enjeksiyon veya lentülo ile doldurma
3. Apikal kısmın doldurulması

### **Obtura ( Termoplastize Enjeksiyon Yöntemi)**

Obtura, kök kanal dolgu peletlerinin yerleştirildiği ısıtıcı bir hazneyi içeren tabanca formundaki bir uygulama sisteminden oluşmaktadır. Obtura sisteminde, gutta-perka 185-200°C, Resilon ise 160°C'ye kadar ısıtılmaktadır. Obtura sisteminde, kontrol ünitesi üzerinden uygulanacak ısı değerleri değiştirilebilmektedir. Uygulanan ısı ile termoplastik hale gelen kanal dolgu maddesi, 20,23 ve 25 gauge kalınlığındaki enjektörler yardımıyla kanal içerisine aktarılmaktadır.

Enjekte edilebilen teknik ile kanal içi düzensizliklerin sıkça görülebildiği, internal rezorpsiyon, C şekilli kanallar, aksesuar ve lateral kanallar ve dallanan foramen gibi anatomik düzensizlikler daha kolay bir şekilde doldurulmaktadır (315).

Bu sistemde ortaya çıkabilecek apikalden taşma olasılığı, hibrit tekniklerle azaltılmaya çalışılmaktadır. Bu sistemde, kanalın apikal bölgesi lateral kondensasyon veya vertikal kondensasyonla doldurulduktan sonra kanalın geri kalan kısmı enjeksiyon yöntemi ile doldurulmaktadır (316).

### **2.10 Kök Kanal Tedavisinde Mikrosızıntının Değerlendirilmesi**

Kök kanal tedavisinde kemomekanik temizlemeye rağmen dentin tübülleri içerisinde canlı mikroorganizmalar kalabilmektedir. Bu nedenle, bakterilerin ve toksinlerinin apikal bölgeye geçişini engelleyecek etkili bir apikal tıkamaya ihtiyaç vardır (317,318). Mikrosızıntı, bakteri, bakteri ürünleri ve doku sıvılarının diş dokusu ve dolgu arasındaki mikro aralıktan geçişidir (319). Apikal sızıntı, çoğu vakada endodontik tedavi başarısızlığının nedeni olup, kanal dogu teknikleri, kanal dolgu patlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri, smear tabakasının varlığı veya yokluğu gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir (317).

İn vitro çalışmalarda, bir materyalin örtücülük özelliği değerlendirilirken, sıklıkla boya penetrasyon testi, bakteri penetrasyon tekniği, glukoz penetrasyon tekniği ve sıvı filtrasyon tekniği gibi sızıntı ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır (320-324).

### 2.10.1. Sıvı Filtrasyon Tekniği

Sıvı filtrasyon tekniğinde, kapiller tp içerisindeki hava kabarcığının hareketi ile bir materyalin tıkama kapasitesi ölçülmektedir (325). Bu yöntem ilk olarak Derkson ve diğerleri (326) tarafından tanımlanmış, Pashley ve diğerleri (327) tarafından geçici dolgu maddelerinin sızdırmazlık değerlendirilmesinde kullanılmış olup, Wu ve Wesselink (328) tarafından endodontik değerlendirmeler için modifiye edilmiştir.

Bu yöntem, koronal bölümü basıncı altında su ile dolu bir tüple bağlantılı doldurulmuş bir kanal ve apeksi 170 mm uzunluğunda, 20 ml ve uniform çapta, su ile doldurulmuş cam kapiller tüpten oluşmaktadır. Koronal parçaya 0,1 atm basıncı uygulandığında, bu basıncı suyu kök kanalı boyunca olan boşluklara doğru ilerlemeye zorlar (322). Sıvı filtrasyon yönteminde sonuçlar genellikle  $\mu\text{l}/\text{dk}$  olarak ifade edilir (317).

Boya penetrasyon tekniğine kıyasla bu yöntemde örnekler zarar görmediğinden, hem apikal hem de koronal bölgede tekrarlanan ölçümler yapılabilmektedir (322). Sıvı filtrasyon yöntemi, uygulayıcı hatasını minimuma indirmektedir (24,317,329). Ayrıca bu teknikte en küçük değerler bile ölçülebildiğinden, kök kanalındaki boşlukların değerlendirildiği boya penetrasyon tekniğine kıyasla çok daha hassas ölçümler yapılabilmektedir (24,322,329). Sistemin hassasiyeti, uygulanan basıncın veya mikropipetin çapının değerştirilmesi ile ayarlanabilmektedir (329). Miletic ve diğerleri (330), kanal dolgu patlarının klinik olarak etkili olup olmadığını test etmek için sıvı filtrasyon testinin dolgudan belli bir süre geçtikten sonra yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından 010 D06 201 001 numaralı proje kapsamında desteklenmiş olup; Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulu'nun 15.06.2010 tarih ve 010/3-2 sayılı onayı ile yürütülmüştür. Çalışmanın laboratuvar aşamaları Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ar-Ge Laboratuvarı ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1. Dişlerin Seçimi

Bu çalışmada 20 yaş ve üzerindeki sağlıklı bireylerden periodontal nedenlerle yeni çekilmiş çürüksüz, kök ucu kapalı, daimi küçük azı dişler kullanılmıştır (Şekil 3.1). Çekim sonrasında kök yüzeylerindeki yumuşak doku artıkları kretuvar ile temizlenmiş, dişler üzerindeki eklenti ve renklenmeler düşük devirli turda (200rpm) lastik ve pomza ile uzaklaştırılmıştır. Toplanan dişler, ışık mikroskobu altında (Olympus, Tokyo, Japonya) 12X standart büyütme ve transilüminasyon altında incelenmiş, kron veya kökünde fraktür, çatlak veya gelişimsel defekt bulunan dişler çalışma dışında bırakılmıştır.

Seçilen dişlerin bukkolingual ve meziodistal yönlerde dijital radyografları elde edilerek kök kanal morfolojileri ile ilgili değerlendirmeleri yapılmıştır (Şekil 3.2). Buna göre, birden fazla kök kanalı olan dişler çalışmadan çıkartılmıştır. Kanal kurvatür açısını belirlemek amacıyla kök kanallarına kanal eğeleri yerleştirilerek dişlerin bukkolingual ve meziodistal yönlerden dijital radyografları elde edilmiş (Şekil 3.3) ve ardından görüntüler, bilgisayar ortamına aktarılıp kurvatür açısı Schneider yöntemiyle hesaplanmıştır (331). Açıların dijital ortamdaki ölçümlerinde ImageJ (Macintosh Versiyon No. 1.44p, Ulusal Sağlık Enstitüsü, Bethesda, Maryland, A.B.D.) görüntü analiz programı kullanılmıştır. Schneider açısı maksimum 10° olan dişler seçilmiş, bu değer üstünde eğim tespit edilen dişler çalışma dışı bırakılmıştır.

İncelenen dişler arasında yukarıdaki seçim kriterlerine uyan 288 adet diş çalışmaya dahil edilmiştir. Bu dişler, deney aşamasına kadar serum fizyolojik içerisinde, +4°C'de saklanmıştır.

### 3.2. Kök Kanallarının Preparasyonu

Gelişimini tamamlamamış, geniş kök kanalları ve açık apeksleri olan diş örneklerinin simüle edilebilmesi amacıyla, seçilen dişlerin kök kanalları ve apikal bölgelerine standart bir preparasyon rejimi uygulanmıştır. Buna göre:

A. Seçilen dişlerin endodontik giriş kaviteleri su soğutmalı, yüksek turlu alet ile 2 numara elmas rond frez (Diatech-Coltene/Whaledent AG, Altstatten, İsviçre) kullanılarak açılmış ve pulpa dokusu tinerlerle uzaklaştırılmıştır. Çalışma boyutu, 10 numara eğe apikalden görüldükten sonra 1 mm kısa olacak şekilde ayarlanmıştır. Kök kanallarının biyomekanik preparasyonu K tipi endodontik el eğeleri (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, İsviçre) ile ISO 90 numaraya kadar genişletilmiştir. Preparasyon boyunca kök kanalları, her bir eğe boyu arasında 5 ml %2,5'lik NaOCl (Ace, Procter&Gamble, İstanbul, Türkiye) solüsyonu kullanılarak yıkanmıştır. Yıkama işlemleri sırasında 30 gauge kalınlığındaki enjektör iğnesi, endodontik giriş kavitesi içerisinde mine-sement hizasında konumlandırılmış ve düşük basınçla irrigasyon uygulanmıştır.

B. Köklerde standart bir açık apeks morfolojisinin oluşturulabilmesi amacıyla, Hachmeister ve ark. (13) tarafından tanımlanan preparasyon tekniği baz alınarak uygulanmıştır (Şekil 3.4). Bu amaçla önce kök ucunun 2 mm'lik bölümü su soğutmalı elmas separe frezle uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.5). Ardından üretici firmanın talimatları doğrultusunda Protaper döner endodontik eğelerle (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre) F3 (#30, 0,06) numaralı eğeye kadar apikal foramenden retrograd genişletme yapılarak, her bir dişin apeksinde künt (blunderbuss) tipte sonlanma şekli oluşturulmuştur (Şekil 3.6). Açık apeksin iç morfolojisi ve sınırları dijital radyografi ile doğrulanmıştır. Bu radyograflar üzerinde dişlerin kanal boyları da ImageJ Programı kullanılarak ölçülmüş ve değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak her bir örnek için kullanılabilir standart kök kanal boyutunun 12 mm olduğu

tespit edilmiştir. Bu sayısal veri doğrultusunda, hazırlanan örneklerin kron kısımları su soğutması altında elmas frezlerle uzaklaştırılarak standart uzunlukta kök kanalları elde edilmiştir (Şekil 3.7). Dişler tüm işlemler sırasında nemli gazlı bez ile sarılı halde tutularak kök yüzeyinde dehidratasyon önlenmiştir.

Dişler daha sonra rastgele iki eşit gruba ayrılarak, kontrol ve deney grupları oluşturulmuştur (n=144/grup, Tablo 3.1.)

### 3.3. Kalsiyum Hidroksitin Uygulanması ve Uzaklaştırılması

Tüm uygulamalar esnasında diş kökleri, yumuşak periapikal dokuları simüle etmek amacı ile nemlendirilmiş çiçekçi süngerine yerleştirilmiştir (332).

Çalışmanın amacı uyarınca, deney grubundaki dişlere (n=144) kanal içi kalsiyum hidroksit patı uygulanmıştır. Bu amaçla saf kalsiyum hidroksit tozu (Katalog No:1020470500, Merck, Darmstadt, Almanya) distile su ile 1:1 ölçekte siman kağıdı üzerinde plastik spatül kullanılarak karıştırılmıştır. Elde edilen pat kıvamındaki karışım, ISO 40 numaralı spiral lentülo (Dentsply, Mailfer, İsviçre) ile düşük turda kök kanallarına uygulanmış ve her örnekten dijital radyograf alınarak kanal boşluğunun kalsiyum hidroksit ile tam olarak doldurulduğu doğrulanmıştır. Kök kanal ağızları nemli pamuk pelet ve geçici dolgu maddesi Coltosol F (Coltene AG, Altstatten, İsviçre) ile izole edildikten sonra, nemli gazlı bez içerisinde 30 gün süreyle 37°C'de inkübatörde bekletilmiştir.

Bekleme süresinin ardından geçici dolgu maddesi ve pamuk uzaklaştırılmıştır. Kök kanalı içerisinde sertleşmiş bulunan kalsiyum hidroksit 10 ml %2,5'lik sodyum hipoklorit ile kabaca uzaklaştırılırken, ISO 50 numaralı Hedström tipi kanal eğesi (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile kanal duvarlarına temas etmeyecek şekilde mekanik ajitasyon yapılarak irrigasyonla uzaklaştırmanın etkinliği arttırılmıştır. Ardından dişler, kök kanal duvarlarındaki kalsiyum hidroksiti uzaklaştırma yöntemlerine göre rastgele iki eşit gruba ayrılmıştır (n=72/grup, Tablo 3.1). Buna göre grup A'da 50 ml %2,5'lik sodyum hipoklorit irrigasyonu ile, grup B'de ise pasif ultrasonik irrigasyon ile kanallardaki kalsiyum hidroksit uzaklaştırılmıştır. Pasif ultrasonik irrigasyonda Suprasson P5 Booster (Satelec,

Bordeaux, Fransa) cihazına bağlı paslanmaz çelik ultrasonik uç 15/.02 (Irri-Safe Satelec; Acteon Group, Merignac, Fransa) kullanılmıştır (333) (Şekil 3.8). Ultrasonik aktivasyon sırasında kanallar devamlı olarak 50 ml %2,5'lik sodyum hipoklorit ile irrigate edilmiştir. Ultrasonik eğenin kullanımı sırasında cihazın frekansı, 6. güç ayar seviyesinde tutulmuştur.

Kök kanallarına kalsiyum hidroksitin uygulanmadığı kontrol grubunda ise (n=144), dişler kanal preparasyonlarını takiben bir bekleme süresi olmaksızın rastgele iki eşit gruba ayrılmıştır (n=72/grup). Buna göre grup C'de 50 ml % 2,5'lik sodyum hipoklorit irrigasyonu yapılırken, grup D'de grup B'de olduğu gibi 50 ml % 2,5'lik sodyum hipoklorit irrigasyonu ile birlikte pasif ultrasonik irrigasyon uygulanmıştır.

Tüm örnekler, sodyum hipokloritin artık etkisinin nötralize edilebilmesi amacıyla 10 ml distile su ile final irrigasyona tabi tutulmuş, ardından dişlerin kök kanalları kağıt konilerle esansiyel nemlilik düzeyinde kurulanmıştır (334).

#### **3.4. Apikal Bariyer ve Kök Kanal Dolgularının Uygulanması**

Kontrol ve deney gruplarında tüm örnekler, apikal bariyer olarak test edilen MTA preparatına ( 1. MTA Angelus: Angelus Dental Solutions, Londrina, Brezilya; ve 2. ProRoot MTA: Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre ) göre iki farklı alt gruba (n= 36/ grup) ayrılmıştır (Tablo 3.1) (Şekil 3.9).

Her iki MTA preparatı, üretici firma talimatlarına uygun olarak hazırlandıktan sonra, kök kanallarına MTA tabancası (Dentsply-Maillefer) ile taşınmış ve MTA kondensasyonu için üretilmiş özel el aletleri (Dentsply-Maillefer) kullanılarak apikalde 4 mm kalınlıkta (208) bariyer oluşturacak şekilde kondanse edilmiştir. Ardından dijital radyografi ile apikal bariyerlerin iki boyutlu uyumu, seviyeleri ve uzunluğu doğrulanmıştır (Şekil 3.10). Standardizasyonun sağlanabilmesi amacıyla radyografik olarak eksik veya fazla doldurulduğu tespit edilen dişler çalışma dışında bırakılmış, yerine tüm deneysel aşamaların en baştan uygulandığı yeni çalışma örnekleri hazırlanmıştır. Apikal bariyerlerin uygun boyutta yerleştirildiği tespit edilen kök kanallarına distile su ile nemlendirilmiş kâğıt koniler yerleştirilmiş ve dişler nemli



gazlı beze sarılarak 7 gün süreyle 37°C’de inkübatörde bekletilmiştir. Bekleme süresinin ardından apikal bariyerlerin sertliği 80 numaralı kanal eğesi ile doğrulandıktan sonra örnekler, hem MTA Angelus, hem de ProRoot MTA gruplarında uygulanan kök kanal dolgu tipine göre rastgele 3 eşit alt gruba ayrılmıştır (Tablo 3.1, n=24/grup). Buna göre “a” alt grubunda kanallar ısıtılmış Gutta-perka (Smart Endodontics, Discus Dental, Hollanda) + AH Plus (Dentsply-DeTrey, Konstanz, Almanya) ile doldurulurken (n=24), “b” alt grubunda ısıtılmış Resilon (Pentron Clinical Technologies LLC, Wallingford, CT, A.B.D.) + Epiphany SE (Pentron Clinical Technologies LLC, Wallingford, CT, A.B.D.) ile obturasyon yapılmış (n=24) (Şekil 3.11); sadece MTA bariyer tipinin sızdırmazlık etkisinin incelendiği kontrol grubu niteliğindeki “c” alt gruplarında ise kök kanalları boş bırakılmıştır (n=24).

**“a” alt grubu:** MTA apikal bariyer üzerinde kalan kanalın geri kalan kısmı enjekte edilebilen termoplastik kanal doldurma yöntemi ile Gutta-perka ve AH Plus ile doldurulmuştur. AH Plus kök kanal dolgu patı üretici firmanın önerileri doğrultusunda hazırlanarak kanal içerine taşınmıştır. Enjekte edilebilen termoplastik kanal doldurma yönteminde, Obtura cihazı (Hot Shot, Discus Dental, Kaliforniya, ABD) (Şekil 3.12) ile 185 °C ‘de 23 gauge’lik Obtura kullanılarak Gutta-perka peletlere ısı uygulanmış ve 2-3 mm’lik tabakalar halinde el plugger’ı yardımıyla kanal dolgusunun duvarlara adaptasyonu sağlanmıştır.

**“b” alt grubu:** Ana kon olarak Resilon (Pentron Clinical Technologies LLC, Wallingford, CT, ABD) kor materyali kullanılmıştır. Epiphany SE kanal patı (Pentron Clinical Technologies LLC, Wallingford, CT, A.B.D.), 40 numara lentülo ile kanala gönderilmiştir. Obtura cihazı (Hot Shot, Discus Dental, Kaliforniya, A.B.D.) ile 150 °C ‘de 23 gauge’lik Obtura iğnesi kullanılarak Resilon peletlere ısı uygulanmış ve kanalın apikal bariyer üzerinde kalan kısmı termoplastik enjekte edilebilen kanal doldurma yöntemi ile doldurulmuştur. Kök kanal dolgusu tamamlanan her örnekten radyograf alınarak, kanal dolgusunun seviyesi ve homojenitesi kontrol edilmiş, eksik görülen

örneklerde doldurma işlemleri tekrarlanmıştır. Radyografik kontrolü takiben, kanal ağzından taşan Resilon konlar sıcak el aleti ile kesilerek uzaklaştırılmış ve kanal ağzı pamuk pelet ile silinmiştir. Son olarak, üretici firma talimatına göre kanal ağzından 40 sn. boyunca quartz-tungsten- halojen görünür ışık kaynağı ile fotopolimerizasyon uygulanarak dolum işlemi tamamlanmıştır. İşlem öncesinde ışık kaynağının gücü bir radyometre (QTH radiometer, Kerr/Demetron, Orange, CA) ile ölçülerek doğrulanmış, ve ölçümler her 10 örnekte bir tekrarlanmıştır.

Her iki alt grupta da kanal dolguları mine-sement sınırında sonlandırılmış, üstleri geçici dolgu maddesi ile kapatıldıktan sonra, sertleşme sürecinin tamamlanması amacıyla nemli bezlere sarılı halde 7 süreyle 37°C'de inkübatörde bekletilmiştir.

Kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasının yapılmadığı kontrol grubunda (n=144) tüm alt gruplar, deney grubu ile aynı şekilde oluşturulmuştur (Tablo 3.1).

### 3.5. Sıvı Filtrasyon Deneyi

Deney örneklerindeki apikal sızıntı miktarı, Pashley tarafından geliştirilen (335) ve daha sonra Wu ve Wesselink (322) tarafından modifiye edilen sıvı penetrasyon düzeneği ile değerlendirilmiştir. Dişler, iç çapı 6 mm, dış çapı 8 mm olan polietilen hidrolik şeffaf borular (Fisher Scientific, Pittsburgh, A.B.D.) içerisine, apikal kısım içeride koronal kısım serbest kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Köklerin polietilen boru dışında kalan kısımları, oluşabilecek bir sızıntı ihtimaline karşı diğer borulara epoksi rezin (Pattex; Henkel, Düsseldorf, Almanya) ile bağlanmıştır.

Sızıntı miktarı, 100 µl'lik mikropipet içerisindeki küçük hava kabarcığının yer değiştirmesine bağlı olarak ölçülmüştür. Buna göre önce sistemde kullanılan tüm pipetler, şırıngalar ve plastik tüpler distile su ile doldurulmuş, ardından mikropipetler köklerin bağlı olduğu plastik tüplere bağlanmıştır (Şekil 3.13).

Mikropipet içerisinde küçük hava kabarcığı oluşturmak için mikroşırıngadaki su 2 mm geri çekilmiştir. Su dolu polietilen boru içerisinde bırakılan bir hava kabarcığı, mikroşırınga yardımıyla hareket ettirilerek mikropipetin içinde konumlandırılmıştır. Son olarak, örneklerin apikal sonlanmalarından 121,6 KPa

(1240 cm H<sub>2</sub>O) basınç altında kök kanal dolgusu boyunca su basıncı uygulamıştır. Su hareketi sebebiyle kapiller tüpteki hava baloncuğunda oluşan yer değiştirme, zamana karşı düzenli aralıklarla ölçülmüştür. Hava baloncuğundaki lineer yer değişikliği, hacim değişikliğine çevrilmiş ve birim sıvı transferi cinsinden (mikroL/dk/cmH<sub>2</sub>O) kaydedilmiştir (Şekil 3.14). Apikal sızıntı değerleri ilk 24 saat ve 30. gün için başlangıç, 10.dk., 30.dk. ve 60.dk. olacak şekilde 4 kez ölçülmüş ve sızıntı miktarları kaydedilmiştir.

### 3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin analizi SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, United States) 11.5 paket programında gerçekleştirilmiştir. Sürekli değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı, Shapiro Wilk testi ile; varyansların homojenliği ise Levene testiyle araştırılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler medyan (minimum - maksimum) şeklinde kaydedilmiştir. Tüm alt grup analizlerinde Tip I hatayı kontrol edebilmek amacıyla Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır.

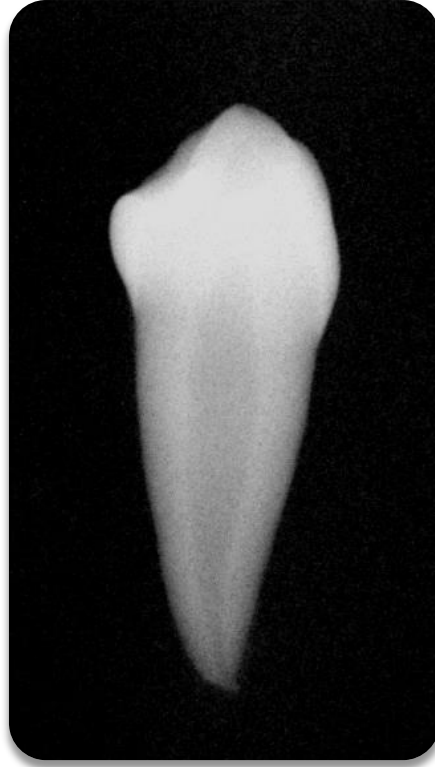
Alt gruplar içerisinde 1.gün ve 30.gün mikro-sızıntı düzeyleri yönünden farkın önemliliği Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret testiyle incelenmiştir. Bonferroni Düzeltmesine göre  $p < 0,0021$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

30.gün mikro-sızıntı düzeyinin gruplara, uzaklaştırma yöntemine ve apikal bariyer türlerine göre istatistiksel olarak anlamlı fark gösterip göstermediği, Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U testiyle incelenmiştir. Bonferroni Düzeltmesine göre  $p < 0,0021$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

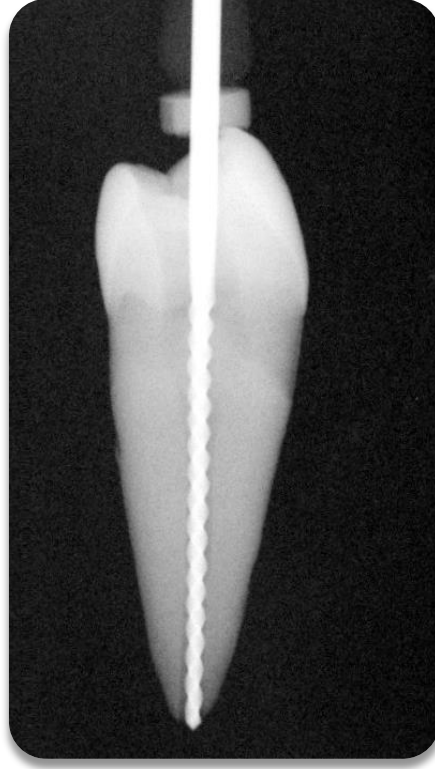
30.gün mikro-sızıntı düzeyinin kanal dolgu tipine göre istatistiksel olarak anlamlı fark gösterip göstermediği ise Bonferroni Düzeltmeli Kruskal Wallis testiyle incelenmiştir. Bonferroni Düzeltmesine göre  $p < 0,0031$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Kruskal Wallis test istatistiği sonucunun önemli bulunması halinde, farka neden olan durumları tespit etmek amacıyla Conover'in Çoklu Karşılaştırma testi kullanılmıştır.



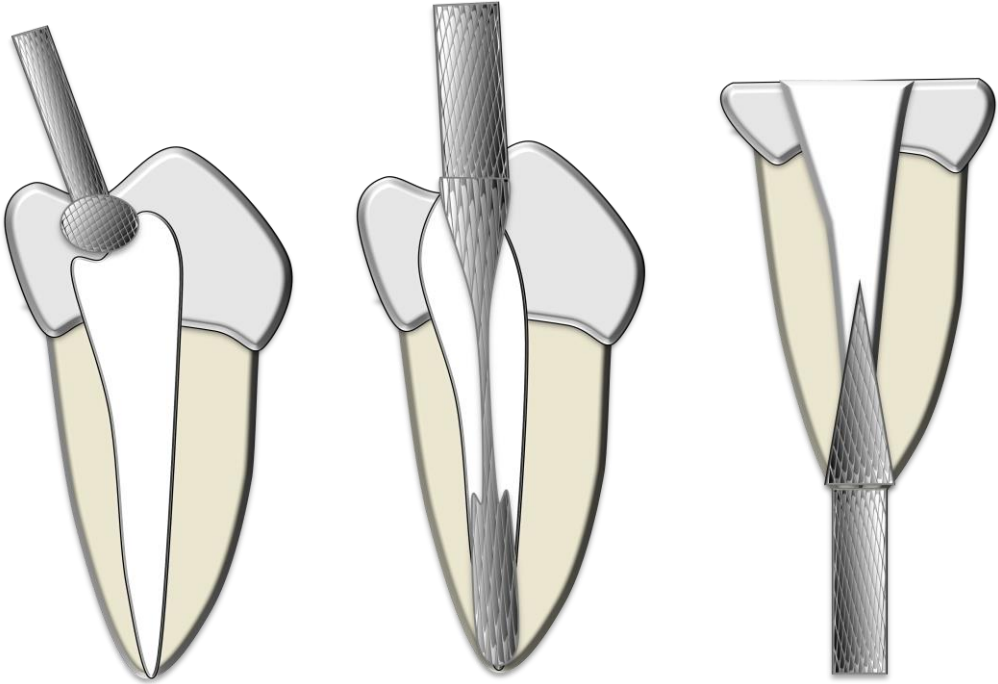
**Şekil 3.1.** Çekilmiş daimi 1. küçük azı dişler



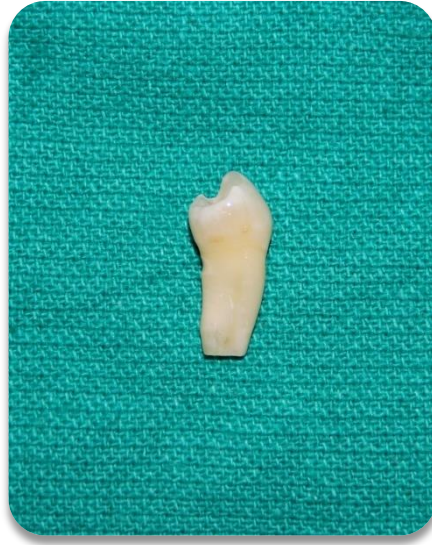
**Şekil 3.2.** Çekilmiş daimi 1. küçük azı dişin radyografik görüntüsü



**Şekil 3.3.** Çekilmiş daimi 1.küçük azı dişin kanal eğesi ile kanal kurvatürünün belirlendiği radyografik görüntüsü



**Şekil 3.4.** Hachmeister tarafından tanımlanan preparasyon tekniği



**Şekil 3.5.** Preparasyonu tamamlanmış diş örneğinin klinik görüntüsü.



**Şekil 3.6.** Çalışmada kullanılan Protaper Döner Alet Sistemi





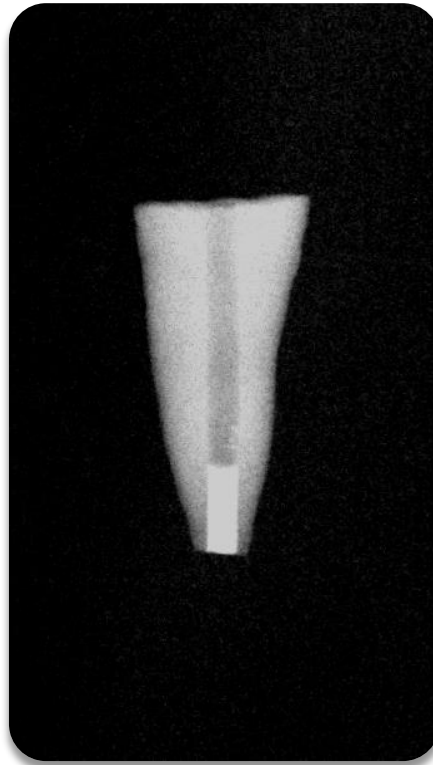
**Şekil 3.7.** Diş örneğinin dekontaminasyon sonrası klinik görüntüsü.



**Şekil 3.8.** Çalışmada kullanılan Pasif Ultrasonik İrrigasyon Cihazı

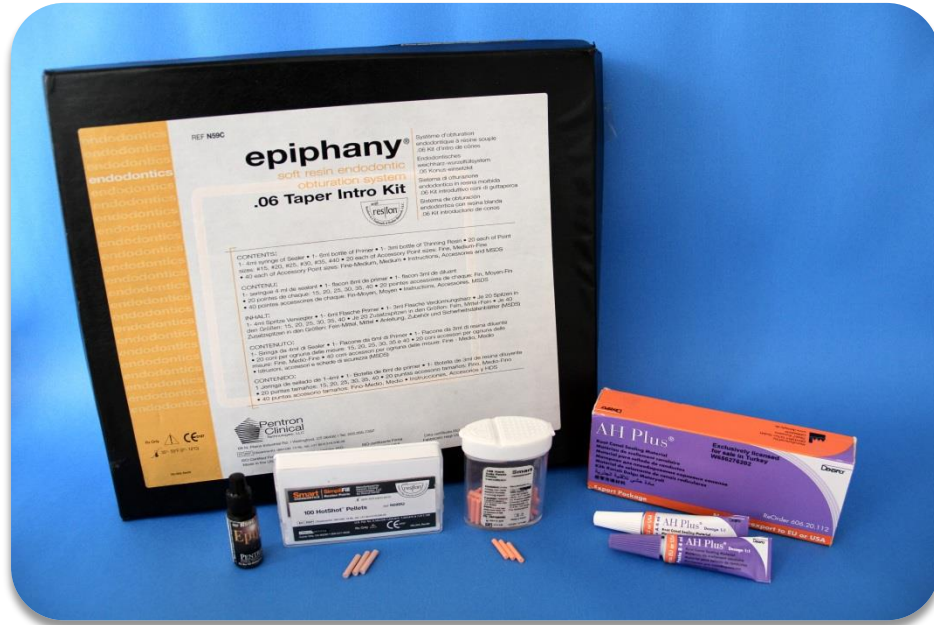


Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan Mineral Trioksit Agregatı Preparatları.



Şekil 3.10. Uygulanan apikal bariyerin radyografik görüntüsü





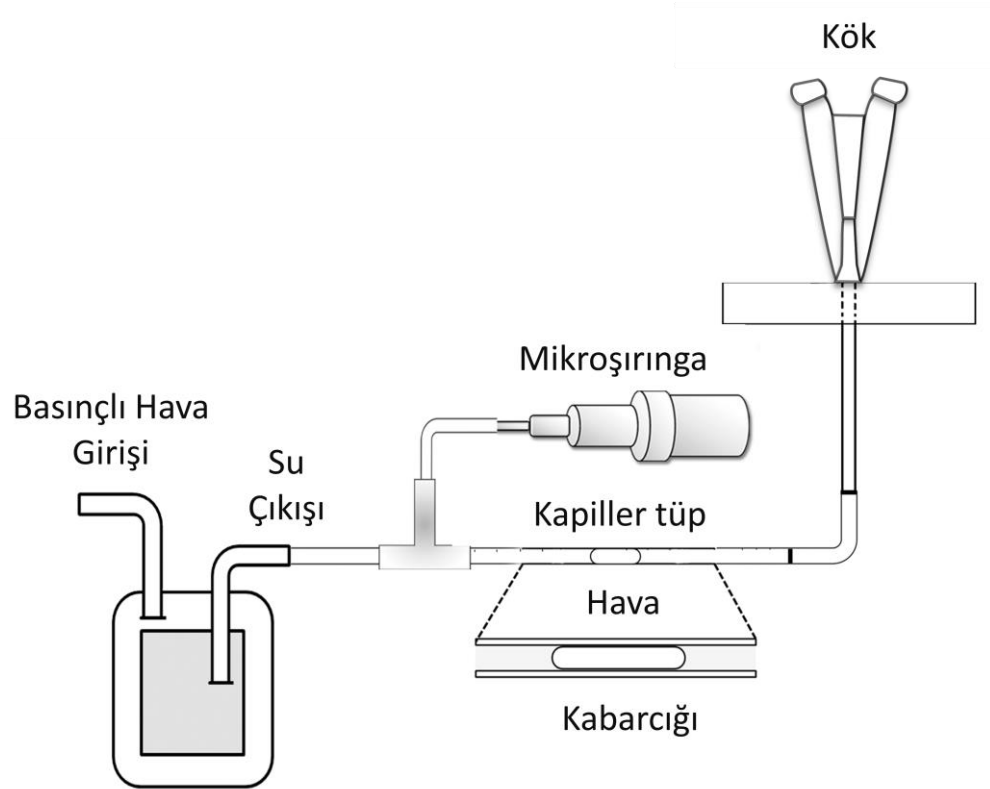
Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan kök kanal dolgu materyalleri



Şekil 3.12. Çalışmada kullanılan Enjekte edilebilir Kök Kanal Doldurma Cihazı

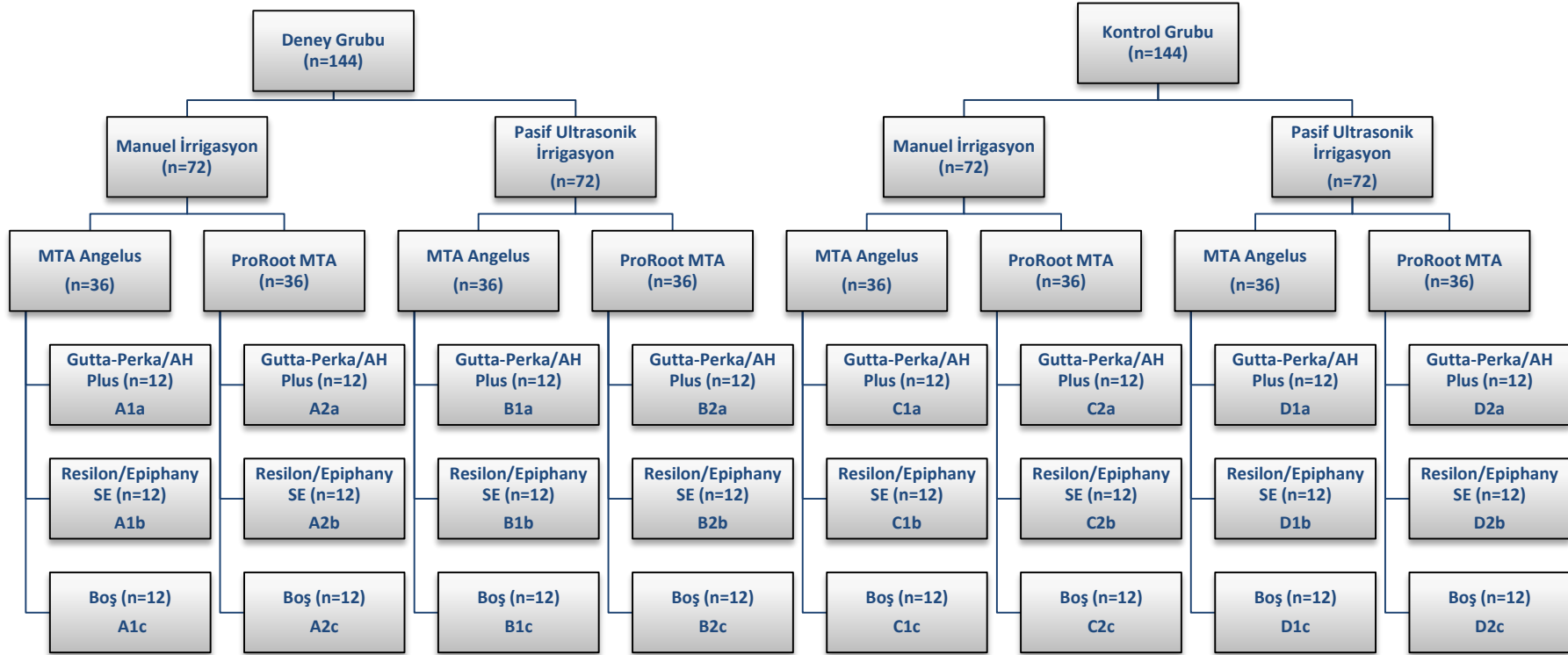


**Şekil 3.13.** Çalışmada kullanılan Sıvı Penetrasyon Düzeneği



**Şekil 3.14.** Sıvı penetrasyon düzeneğinin şematik görüntüsü.

**Tablo 3.1.** Kontrol ve Deneş Grupları



#### 4. BULGULAR

Deney ve kontrol gruplarında sıvı filtrasyon düzeneğinde, belirli zaman aralıklarında ölçülen 1. ve 30. gün sızıntı değerleri Tablo 4.1’de yer almaktadır.

Deney (Kanal içi Kalsiyum Hidroksit Uygulaması) ve Kontrol gruplarında ölçülen 1. ve 30. gün apikal sızıntı değerleri Tablo 4.2, Tablo 4.3, Şekil 4.1’de yer almaktadır. Alt gruplar içerisinde 1. gün ve 30. gün sızıntı düzeyleri yönünden farkın önemliliği Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret testiyle araştırılmış, Bonferroni Düzeltmesine göre  $p < 0,0021$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Kanal dolgusu yapılmayan gruplarda 1. ve 30. gün sızıntı düzeyleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi,  $p > 0,0021$ ) Bu durum, test edilen iki farklı MTA preparatında zamana bağlı olarak sızıntı düzeylerinde anlamlı bir değişiklik olmadığını göstermektedir.

Pasif ultrasonik irrigasyonun ardından kanal dolgusu yapılan kontrol alt gruplarında, apikal bariyer tipinden bağımsız olarak 30. gün sonundaki mikrosızıntı değeri, 1. güne kıyasla anlamlı derecede düşük bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi,  $p < 0,0021$ ). Pasif ultrasonik irrigasyonun ardından ProRoot MTA apikal bariyer altına kanal dolgusu yapılan deney alt gruplarında 1.ve 30. gün sızıntı düzeyleri açısından fark gözlenmezken (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi, B2a için  $p = 0,002115$ , B2b için  $p = 0,002166$ ), MTA Angelus apikal bariyer altına kanal dolgusu yapılan deney alt gruplarında 30. gün sonundaki sızıntı değeri, 1. güne kıyasla anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi,  $p < 0,0021$ ).

Manuel irrigasyon sonrası MTA Angelus apikal bariyer altına Gutta-perka/AH Plus ile kanal dolgusu yapılan kontrol alt grubunda 30. gün sonundaki sızıntı değeri, 1. güne kıyasla anlamlı düzeyde düşük bulunurken (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi,  $p < 0,0021$ ); kalsiyum hidroksit uygulanan deney gruplarında manuel irrigasyonu takiben MTA Angelus bariyer altına Gutta-perka/AH Plus ile kanal dolgusu yapılan grupta 1. ve 30. gün sızıntı düzeyleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi,  $p = 0,002123$ ).

Kontrol ve deney gruplarında manuel irrigasyon sonrasında MTA Angelus apikal bariyer altına Resilon/Epiphany SE ile kanal dolgusu yapıldığında 30. gün sonundaki sızıntı değeri, 1. güne kıyasla anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi,  $p < 0,0021$ ).

Deney grubunda manuel irrigasyon sonrasında ProRoot MTA apikal bariyer altına Gutta-perka/AH Plus ile kanal dolgusu yapıldığında 30. gün sonundaki sızıntı değeri, 1. güne kıyasla anlamlı derecede düşük bulunurken (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi,  $p < 0,0021$ ), Resilon/Epiphany SE ile doldurulan kanallarda 1.gün ile 30.gün arasında sızıntı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi,  $p = 0,002132$ ). Kontrol grubunda ise manuel irrigasyonu takiben ProRoot MTA apikal bariyer ve Gutta-perka/AH Plus uygulanan örneklerde 1. gün ile 30. gün sızıntı değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi,  $p = 0,002132$ ), kök kanalları Resilon/Epiphany SE ile doldurulduğunda 30. gün sonundaki mikrosızıntı değeri, 1. güne kıyasla anlamlı derecede düşük bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret Testi,  $p < 0,0021$ ).

30.gün sızıntı değerlerinin gruplara, kalsiyum hidroksit uzaklaştırma yöntemine, apikal bariyer ve kanal dolgusu türlerine göre karşılaştırılması Tablo 4.4'te yer almaktadır.

Kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasının 30. gün sızıntı değerleri üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla, deney ve kontrol gruplarındaki benzer altgruplar birbiri ile kıyaslanmış; sızıntı değerleri arasındaki farkların anlamlılık düzeyleri Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U testiyle araştırılmıştır. Bonferroni Düzeltmesine göre  $p < 0,0021$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir (Tablo 4.4). Buna göre, tüm deney alt gruplarındaki sızıntı değerleri, kontrol alt gruplarına kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p < 0,001$ ). Bu sonuç, kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasının apikal sızıntı değerlerinde anlamlı bir artışa neden olduğunu göstermektedir.

İrrigasyon yöntemlerinin 30. gün sızıntı düzeyleri üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla, deney ve kontrol gruplarında farklı irrigasyon yöntemleri uygulanan alt gruplar birbiri ile kıyaslanmış; sızıntı değerleri arasındaki farkların anlamlılık düzeyleri Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U testiyle araştırılmıştır. Bonferroni Düzeltmesine göre  $p < 0,0021$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir (Tablo 4.4).

Deney grupları incelendiğinde; MTA Angelus apikal bariyer uygulanan tüm alt gruplarda, manuel irrigasyon uygulamasını takiben gözlemlenen sızıntı değerleri, pasif ultrasonik irrigasyon uygulanan alt gruplara kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p < 0,001$ ). Apikal bariyer materyali olarak ProRoot MTA kullanıldığında, kanal dolgusu yapılmayan gruplarda manuel irrigasyon ve pasif ultrasonik irrigasyon uygulamaları arasında sızıntı düzeyleri yönünden anlamlı bir fark bulunmamıştır (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p = 0,005$ ). Kanal dolgusu yapılan gruplarda ise manuel irrigasyonun uygulandığı alt gruplardaki sızıntı değerleri, pasif ultrasonik irrigasyon yapılan gruplara kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p < 0,001$ ).

Kontrol grupları incelendiğinde; apikal bariyer olarak ProRoot MTA uygulanan manuel irrigasyon ve pasif ultrasonik irrigasyon alt gruplarında sızıntı düzeyleri yönünden anlamlı bir fark bulunmamıştır (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi, kanal dolgusu yapılmayan gruba arasında  $p = 0,0143$ , Gutta-perka ile kanal dolgusu yapılan gruplar arasında  $p = 0,007$ , Resilon ile kanal dolgusu yapılan gruplar arasında  $p = 0,078$ ). MTA Angelus uygulanan gruplarda ise kanal dolgusunun yapılmadığı manuel irrigasyon alt grubundaki sızıntı değeri, pasif ultrasonik irrigasyon alt grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p < 0,001$ ). Kanal dolgusu yapılan gruplarda ise manuel irrigasyon yapılan gruplar ile pasif ultrasonik irrigasyon yapılan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi, Gutta-perka ile kanal dolgusu yapılan gruplar arasında  $p = 0,713$ , Resilon ile kanal dolgusu yapılan gruplar arasında  $p = 0,178$ ).

Kullanılan iki farklı apikal bariyer materyalinin 30. gün sızıntı değerleri üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla deney ve kontrol gruplarındaki benzer alt gruplar birbiri ile kıyaslanmış; sızıntı değerleri arasındaki farkların anlamlılık düzeyleri Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U testiyle araştırılmıştır. Bonferroni Düzeltmesine göre  $p < 0,0021$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir (Tablo 4.4).

Deney grupları incelendiğinde, manuel irrigasyon yapılan tüm alt gruplarda kanal dolgusunun varlığı veya tipinden bağımsız olarak; MTA Angelus gruplarındaki sızıntı değerleri ProRoot MTA gruplarına kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p < 0,001$ ). Pasif ultrasonik irrigasyon yapıldığında ise, MTA Angelus ve ProRoot MTA alt grupları arasında sızıntı değerleri yönünden anlamlı bir fark bulunmamıştır (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p > 0,001$ ).

Kontrol grupları arasında, kullanılan irrigasyon yöntemlerinden bağımsız olarak sadece apikal bariyer kullanılan gruplar incelendiğinde, MTA Angelus uygulaması sonucunda gözlenen apikal sızıntı değeri, ProRoot MTA grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p < 0,001$ ). Irrigasyon yöntemlerinden bağımsız olarak, kök kanal dolgusu Resilon ile yapıldığında, MTA Angelus ve ProRoot MTA gruplarındaki apikal sızıntı düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p > 0,001$ ). Kök kanalları gutta-perka ile doldurulduğunda ise; manuel irrigasyon uygulanması durumunda MTA Angelus ve ProRoot MTA grupları arasında sızıntı yönünden anlamlı bir fark gözlenmezken (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p > 0,001$ ), pasif ultrasonik irrigasyon uygulandığında MTA Angelus grubundaki sızıntı değeri; ProRoot MTA grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Mann Whitney U Testi,  $p < 0,001$ ).

Farklı kök kanal dolgu sistemlerinin 30. gün sızıntı düzeyleri üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla, Bonferroni Düzeltmeli Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Bonferroni Düzeltmesine göre  $p < 0,0031$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı

kabul edilmiş, sonucun anlamlı bulunması halinde farka neden olan durumları tespit etmek amacıyla Conover'ın Çoklu Karşılaştırma testi kullanılmıştır (Tablo 4.4).

Kontrol ve deney gruplarında kanal dolgusu yapılmayan tüm alt gruplardaki apikal sızıntı değerleri, kanal dolgusu yapılan gruplara kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Kruskal Wallis Testi,  $p<0,0031$ ).

Deney grupları incelendiğinde; apikal bariyer olarak ProRoot MTA kullanılan gruplar arasında irrigasyon yöntemlerinden bağımsız olarak, gutta-perka uygulanan gruplardaki sızıntı değerleri, Resilon uygulanan gruplara kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Kruskal Wallis Testi,  $p<0,0031$ ). Apikal bariyer olarak MTA Angelus kullanıldığında, manuel irrigasyon uygulanan Gutta-perka ve Resilon alt grupları arasında anlamlı bir fark gözlenmezken, pasif ultrasonik irrigasyon uygulandığında Gutta-perka alt grubundaki sızıntı değeri, Resilon alt grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Kruskal Wallis Testi,  $p<0,0031$ ).

Kontrol grupları incelendiğinde; sadece pasif ultrasonik irrigasyon kullanılan ve apikal bariyerin MTA Angelus olduğu 2 grup kıyaslandığında, Gutta-perka grubundaki sızıntı değeri, Resilon grubundaki sızıntı değerine kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Bonferroni Düzeltmeli Kruskal Wallis Testi,  $p<0,0031$ ). Kontrol grubundaki diğer tüm alt gruplarda, Gutta-perka ve Resilon uygulanan gruplardaki sızıntı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Bonferroni Düzeltmeli Kruskal Wallis Testi,  $p>0,0031$ ).



**Tablo 4.1.** Deney ve Kontrol Gruplarında Sıvı Filtrasyon Düzeninde Ölçülen 1. ve 30. gün Sızıntı Değerleri (Değerler “mikroL/dk/cmH<sub>2</sub>O” cinsinden kaydedilmiştir.)

Örnek No.	24 saat				30. gün			
	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat
A1a 1	0,0000	0,0130	0,0215	0,0300	0,0000	0,0055	0,0085	0,0125
A1a 2	0,0000	0,0120	0,0205	0,0290	0,0000	0,0050	0,0085	0,0120
A1a 3	0,0000	0,0115	0,0205	0,0285	0,0000	0,0055	0,0080	0,0125
A1a 4	0,0000	0,0120	0,0210	0,0285	0,0000	0,0060	0,0090	0,0130
A1a 5	0,0000	0,0125	0,0215	0,0295	0,0000	0,0065	0,0090	0,0130
A1a 6	0,0000	0,0130	0,0215	0,0300	0,0000	0,0055	0,0085	0,0125
A1a 7	0,0000	0,0120	0,0205	0,0290	0,0000	0,0050	0,0085	0,0120
A1a 8	0,0000	0,0115	0,0205	0,0285	0,0000	0,0055	0,0080	0,0125
A1a 9	0,0000	0,0120	0,0210	0,0285	0,0000	0,0060	0,0090	0,0130
A1a 10	0,0000	0,0125	0,0215	0,0295	0,0000	0,0065	0,0090	0,0130
A1a 11	0,0000	0,0120	0,0210	0,0285	0,0000	0,0060	0,0090	0,0130
A1a 12	0,0000	0,0125	0,0215	0,0295	0,0000	0,0065	0,0090	0,0130
A1b 1	0,0000	0,0120	0,0195	0,0280	0,0000	0,0045	0,0075	0,0125
A1b 2	0,0000	0,0115	0,0200	0,0270	0,0000	0,0050	0,0080	0,0120
A1b 3	0,0000	0,0115	0,0185	0,0265	0,0000	0,0045	0,0080	0,0125
A1b 4	0,0000	0,0120	0,0190	0,0270	0,0000	0,0045	0,0075	0,0130
A1b 5	0,0000	0,0115	0,0210	0,0275	0,0000	0,0045	0,0075	0,0130
A1b 6	0,0000	0,0120	0,0195	0,0280	0,0000	0,0045	0,0075	0,0125
A1b 7	0,0000	0,0115	0,0200	0,0270	0,0000	0,0050	0,0080	0,0120
A1b 8	0,0000	0,0115	0,0185	0,0265	0,0000	0,0045	0,0080	0,0125
A1b 9	0,0000	0,0120	0,0190	0,0270	0,0000	0,0045	0,0075	0,0125
A1b10	0,0000	0,0115	0,0210	0,0275	0,0000	0,0045	0,0075	0,0125
A1b 11	0,0000	0,0120	0,0190	0,0270	0,0000	0,0045	0,0075	0,0125
A1b 12	0,0000	0,0115	0,0210	0,0275	0,0000	0,0045	0,0075	0,0120
A1c 1	0,0000	0,0185	0,0305	0,0445	0,0000	0,0180	0,0310	0,0445
A1c 2	0,0000	0,0180	0,0300	0,0445	0,0000	0,0175	0,0310	0,0445
A1c 3	0,0000	0,0175	0,0295	0,0450	0,0000	0,0185	0,0300	0,0435
A1c 4	0,0000	0,0170	0,0295	0,0455	0,0000	0,0175	0,0300	0,0435
A1c 5	0,0000	0,0175	0,0290	0,0440	0,0000	0,0185	0,0315	0,0435
A1c 6	0,0000	0,0185	0,0305	0,0445	0,0000	0,0180	0,0310	0,0445
A1c 7	0,0000	0,0180	0,0300	0,0445	0,0000	0,0175	0,0310	0,0445
A1c 8	0,0000	0,0175	0,0295	0,0450	0,0000	0,0185	0,0300	0,0435
A1c 9	0,0000	0,0170	0,0295	0,0455	0,0000	0,0175	0,0300	0,0435
A1c 10	0,0000	0,0175	0,0290	0,0440	0,0000	0,0185	0,0315	0,0435
A1c 11	0,0000	0,0170	0,0295	0,0455	0,0000	0,0175	0,0300	0,0435
A1c 12	0,0000	0,0175	0,0290	0,0440	0,0000	0,0185	0,0315	0,0435

Tablo 4.1. Devam

Örnek No.	24 saat				30. gün			
	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat
A2a 1	0,0000	0,0110	0,0180	0,0250	0,0000	0,0050	0,0080	0,0120
A2a 2	0,0000	0,0115	0,0185	0,0250	0,0000	0,0055	0,0085	0,0115
A2a 3	0,0000	0,0125	0,0190	0,0255	0,0000	0,0050	0,0085	0,0120
A2a 4	0,0000	0,0110	0,0185	0,0245	0,0000	0,0045	0,0080	0,0120
A2a 5	0,0000	0,0110	0,0185	0,0245	0,0000	0,0050	0,0090	0,0120
A2a 6	0,0000	0,0110	0,0180	0,0250	0,0000	0,0050	0,0080	0,0120
A2a 7	0,0000	0,0115	0,0185	0,0250	0,0000	0,0055	0,0085	0,0115
A2a 8	0,0000	0,0125	0,0190	0,0255	0,0000	0,0050	0,0085	0,0120
A2a 9	0,0000	0,0110	0,0185	0,0245	0,0000	0,0045	0,0080	0,0120
A2a 10	0,0000	0,0110	0,0185	0,0245	0,0000	0,0050	0,0090	0,0120
A2a11	0,0000	0,0110	0,0185	0,0245	0,0000	0,0045	0,0080	0,0120
A2a12	0,0000	0,0110	0,0185	0,0245	0,0000	0,0050	0,0090	0,0120
A2b 1	0,0000	0,0105	0,0175	0,0225	0,0000	0,0045	0,0075	0,0115
A2b 2	0,0000	0,0105	0,0175	0,0235	0,0000	0,0045	0,0080	0,0110
A2b 3	0,0000	0,0110	0,0185	0,0235	0,0000	0,0045	0,0080	0,0110
A2b 4	0,0000	0,0115	0,0190	0,0245	0,0000	0,0045	0,0075	0,0115
A2b 5	0,0000	0,0115	0,0185	0,0245	0,0000	0,0040	0,0075	0,0110
A2b 6	0,0000	0,0105	0,0175	0,0225	0,0000	0,0045	0,0075	0,0115
A2b 7	0,0000	0,0105	0,0175	0,0235	0,0000	0,0045	0,0080	0,0110
A2b 8	0,0000	0,0110	0,0185	0,0225	0,0000	0,0045	0,0080	0,0110
A2b 9	0,0000	0,0115	0,0190	0,0245	0,0000	0,0045	0,0075	0,0115
A2b 10	0,0000	0,0115	0,0185	0,0225	0,0000	0,0040	0,0075	0,0110
A2b 11	0,0000	0,0115	0,0190	0,0235	0,0000	0,0045	0,0075	0,0115
A2b 12	0,0000	0,0115	0,0185	0,0225	0,0000	0,0040	0,0075	0,0110
A2c 1	0,0000	0,0180	0,0305	0,0425	0,0000	0,0185	0,0315	0,0425
A2c 2	0,0000	0,0175	0,0310	0,0425	0,0000	0,0175	0,0350	0,0435
A2c 3	0,0000	0,0180	0,0310	0,0435	0,0000	0,0185	0,0300	0,0430
A2c 4	0,0000	0,0175	0,0310	0,0425	0,0000	0,0185	0,0315	0,0425
A2c 5	0,0000	0,0180	0,0310	0,0435	0,0000	0,0185	0,0315	0,0425
A2c 6	0,0000	0,0180	0,0305	0,0425	0,0000	0,0185	0,0315	0,0425
A2c 7	0,0000	0,0175	0,0310	0,0425	0,0000	0,0175	0,0350	0,0435
A2c 8	0,0000	0,0180	0,0310	0,0435	0,0000	0,0185	0,0315	0,0425
A2c 9	0,0000	0,0175	0,0310	0,0425	0,0000	0,0185	0,0315	0,0425
A2c 10	0,0000	0,0185	0,0315	0,0410	0,0000	0,0185	0,0300	0,0405
A2c 11	0,0000	0,0175	0,0310	0,0425	0,0000	0,0175	0,0350	0,0415
A2c 12	0,0000	0,0180	0,0310	0,0435	0,0000	0,0185	0,0300	0,0410
B1a 1	0,0000	0,0115	0,0185	0,0270	0,0000	0,0050	0,0080	0,0120
B1a 2	0,0000	0,0110	0,0190	0,0265	0,0000	0,0045	0,0075	0,0115
B1a 3	0,0000	0,0120	0,0185	0,0265	0,0000	0,0045	0,0080	0,0115

Tablo 4.1. Devam

Örnek No.	24 saat				30. gün			
	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat
B1a 4	0,0000	0,0115	0,0205	0,0260	0,0000	0,0050	0,0080	0,0115
B1a 5	0,0000	0,0115	0,0200	0,0265	0,0000	0,0050	0,0085	0,0110
B1a 6	0,0000	0,0115	0,0185	0,0270	0,0000	0,0050	0,0080	0,0120
B1a 7	0,0000	0,0110	0,0190	0,0265	0,0000	0,0045	0,0075	0,0115
B1a 8	0,0000	0,0120	0,0185	0,0265	0,0000	0,0045	0,0080	0,0125
B1a 9	0,0000	0,0115	0,0205	0,0260	0,0000	0,0050	0,0080	0,0115
B1a 10	0,0000	0,0115	0,0200	0,0265	0,0000	0,0050	0,0085	0,0115
B1a 11	0,0000	0,0120	0,0185	0,0265	0,0000	0,0050	0,0080	0,0110
B1a 12	0,0000	0,0115	0,0205	0,0260	0,0000	0,0050	0,0085	0,0110
B1b 1	0,0000	0,0100	0,0165	0,0250	0,0000	0,0040	0,0070	0,0105
B1b 2	0,0000	0,0105	0,0175	0,0255	0,0000	0,0040	0,0075	0,0105
B1b 3	0,0000	0,0100	0,0170	0,0250	0,0000	0,0035	0,0070	0,0100
B1b 4	0,0000	0,0115	0,0165	0,0245	0,0000	0,0035	0,0065	0,0100
B1b 5	0,0000	0,0110	0,0185	0,0270	0,0000	0,0045	0,0075	0,0110
B1b 6	0,0000	0,0100	0,0165	0,0250	0,0000	0,0040	0,0070	0,0105
B1b 7	0,0000	0,0105	0,0175	0,0255	0,0000	0,0040	0,0075	0,0105
B1b 8	0,0000	0,0100	0,0170	0,0250	0,0000	0,0035	0,0070	0,0100
B1b 9	0,0000	0,0115	0,0165	0,0245	0,0000	0,0035	0,0065	0,0100
B1b 10	0,0000	0,0110	0,0185	0,0270	0,0000	0,0045	0,0075	0,0110
B1b 11	0,0000	0,0115	0,0165	0,0245	0,0000	0,0035	0,0065	0,0100
B1b 12	0,0000	0,0110	0,0185	0,0270	0,0000	0,0045	0,0075	0,0110
B1c 1	0,0000	0,0180	0,0300	0,0440	0,0000	0,0175	0,0300	0,0425
B1c 2	0,0000	0,0185	0,0305	0,0435	0,0000	0,0185	0,0300	0,0425
B1c 3	0,0000	0,0180	0,0305	0,0435	0,0000	0,0185	0,0305	0,0415
B1c 4	0,0000	0,0175	0,0295	0,0445	0,0000	0,0175	0,0305	0,0425
B1c 5	0,0000	0,0190	0,0305	0,0445	0,0000	0,0180	0,0295	0,0435
B1c 6	0,0000	0,0180	0,0300	0,0440	0,0000	0,0175	0,0300	0,0415
B1c 7	0,0000	0,0185	0,0305	0,0450	0,0000	0,0185	0,0300	0,0415
B1c 8	0,0000	0,0180	0,0305	0,0435	0,0000	0,0185	0,0305	0,0435
B1c 9	0,0000	0,0175	0,0295	0,0425	0,0000	0,0175	0,0305	0,0435
B1c 10	0,0000	0,0190	0,0305	0,0445	0,0000	0,0180	0,0295	0,0425
B1c 11	0,0000	0,0185	0,0305	0,0425	0,0000	0,0185	0,0300	0,0435
B1c 12	0,0000	0,0180	0,0305	0,0425	0,0000	0,0185	0,0305	0,0425
B2a 1	0,0000	0,0115	0,0185	0,0245	0,0000	0,0045	0,0065	0,0100
B2a 2	0,0000	0,0100	0,0190	0,0245	0,0000	0,0050	0,0075	0,0105
B2a 3	0,0000	0,0110	0,0200	0,0250	0,0000	0,0045	0,0080	0,0110
B2a 4	0,0000	0,0110	0,0195	0,0225	0,0000	0,0045	0,0080	0,0110
B2a 5	0,0000	0,0115	0,0195	0,0245	0,0000	0,0055	0,0085	0,0115

Tablo 4.1. Devam

Örnek No	24 saat				30. gün			
	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat
B2a 6	0,0000	0,0115	0,0185	0,0250	0,0000	0,0045	0,0065	0,0100
B2a 7	0,0000	0,0100	0,0190	0,0235	0,0000	0,0050	0,0075	0,0105
B2a 8	0,0000	0,0110	0,0200	0,0225	0,0000	0,0045	0,0080	0,0110
B2a 9	0,0000	0,0110	0,0195	0,0225	0,0000	0,0045	0,0080	0,0110
B2a 10	0,0000	0,0115	0,0195	0,0235	0,0000	0,0055	0,0085	0,0115
B2a 11	0,0000	0,0100	0,0190	0,0235	0,0000	0,0045	0,0080	0,0110
B2a 12	0,0000	0,0110	0,0200	0,0225	0,0000	0,0045	0,0080	0,0110
B2b 1	0,0000	0,0095	0,0165	0,0215	0,0000	0,0040	0,0070	0,0105
B2b 2	0,0000	0,0100	0,0165	0,0245	0,0000	0,0035	0,0085	0,0105
B2b 3	0,0000	0,0100	0,0175	0,0225	0,0000	0,0045	0,0070	0,0100
B2b 4	0,0000	0,0105	0,0175	0,0225	0,0000	0,0040	0,0075	0,0100
B2b 5	0,0000	0,0095	0,0170	0,0245	0,0000	0,0045	0,0065	0,0095
B2b 6	0,0000	0,0095	0,0165	0,0225	0,0000	0,0040	0,0070	0,0105
B2b 7	0,0000	0,0100	0,0165	0,0235	0,0000	0,0035	0,0085	0,0105
B2b 8	0,0000	0,0100	0,0175	0,0225	0,0000	0,0045	0,0070	0,0100
B2b 9	0,0000	0,0105	0,0175	0,0215	0,0000	0,0040	0,0075	0,0100
B2b 10	0,0000	0,0095	0,0170	0,0215	0,0000	0,0045	0,0065	0,0095
B2b 11	0,0000	0,0105	0,0175	0,0235	0,0000	0,0040	0,0075	0,0100
B2b 12	0,0000	0,0095	0,0170	0,0225	0,0000	0,0045	0,0065	0,0095
B2c 1	0,0000	0,0155	0,0235	0,0395	0,0000	0,0165	0,0240	0,0390
B2c 2	0,0000	0,0150	0,0235	0,0395	0,0000	0,0155	0,0245	0,0400
B2c 3	0,0000	0,0160	0,0245	0,0445	0,0000	0,0160	0,0255	0,0425
B2c 4	0,0000	0,0155	0,0235	0,0395	0,0000	0,0165	0,0240	0,0390
B2c 5	0,0000	0,0165	0,0245	0,0435	0,0000	0,0165	0,0255	0,0425
B2c 6	0,0000	0,0155	0,0235	0,0395	0,0000	0,0165	0,0240	0,0390
B2c 7	0,0000	0,0150	0,0235	0,0395	0,0000	0,0155	0,0245	0,0400
B2c8	0,0000	0,0160	0,0245	0,0445	0,0000	0,0160	0,0255	0,0425
B2c 9	0,0000	0,0155	0,0235	0,0395	0,0000	0,0165	0,0240	0,0390
B2c 10	0,0000	0,0165	0,0245	0,0435	0,0000	0,0165	0,0255	0,0400
B2c 11	0,0000	0,0150	0,0235	0,0395	0,0000	0,0155	0,0245	0,0400
B2c 12	0,0000	0,0160	0,0245	0,0445	0,0000	0,0160	0,0255	0,0425
C1a 1	0,0000	0,0105	0,0180	0,0240	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
C1a 2	0,0000	0,0105	0,0185	0,0250	0,0000	0,0030	0,0065	0,0095
C1a 3	0,0000	0,0110	0,0185	0,0245	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
C1a 4	0,0000	0,0115	0,0180	0,0250	0,0000	0,0040	0,0060	0,0100
C1a 5	0,0000	0,0110	0,0190	0,0245	0,0000	0,0040	0,0060	0,0095
C1a 6	0,0000	0,0105	0,0180	0,0240	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
C1a 7	0,0000	0,0105	0,0185	0,0250	0,0000	0,0030	0,0065	0,0095

Tablo 4.1. Devam

Örnek No	24 saat				30. gün			
	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat
C1a 8	0,0000	0,0110	0,0185	0,0245	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
C1a 9	0,0000	0,0115	0,0180	0,0250	0,0000	0,0040	0,0060	0,0100
C1a 10	0,0000	0,0110	0,0190	0,0245	0,0000	0,0040	0,0060	0,0095
C1a 11	0,0000	0,0110	0,0185	0,0245	0,0000	0,0030	0,0065	0,0095
C1a 12	0,0000	0,0115	0,0180	0,0250	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
C1b 1	0,0000	0,0095	0,0185	0,0235	0,0000	0,0035	0,0070	0,0090
C1b 2	0,0000	0,0105	0,0185	0,0230	0,0000	0,0040	0,0070	0,0085
C1b 3	0,0000	0,0105	0,0190	0,0225	0,0000	0,0035	0,0065	0,0085
C1b 4	0,0000	0,0115	0,0190	0,0235	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
C1b 5	0,0000	0,0105	0,0180	0,0230	0,0000	0,0045	0,0070	0,0090
C1b 6	0,0000	0,0095	0,0185	0,0235	0,0000	0,0035	0,0070	0,0090
C1b 7	0,0000	0,0105	0,0185	0,0230	0,0000	0,0040	0,0070	0,0085
C1b 8	0,0000	0,0105	0,0190	0,0225	0,0000	0,0035	0,0065	0,0085
C1b 9	0,0000	0,0115	0,0190	0,0235	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
C1b 10	0,0000	0,0105	0,0180	0,0230	0,0000	0,0045	0,0070	0,0090
C1b 11	0,0000	0,0095	0,0185	0,0235	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
C1b 12	0,0000	0,0105	0,0185	0,0230	0,0000	0,0045	0,0070	0,0090
C1c 1	0,0000	0,0155	0,0255	0,0390	0,0000	0,0150	0,0265	0,0395
C1c 2	0,0000	0,0145	0,0265	0,0410	0,0000	0,0150	0,0260	0,0395
C1c 3	0,0000	0,0150	0,0265	0,0400	0,0000	0,0160	0,0275	0,0400
C1c 4	0,0000	0,0150	0,0255	0,0390	0,0000	0,0155	0,0265	0,0390
C1c 5	0,0000	0,0140	0,0255	0,0400	0,0000	0,0145	0,0265	0,0395
C1c 6	0,0000	0,0155	0,0255	0,0390	0,0000	0,0150	0,0265	0,0395
C1c 7	0,0000	0,0145	0,0265	0,0410	0,0000	0,0150	0,0260	0,0395
C1c 8	0,0000	0,0150	0,0265	0,0400	0,0000	0,0150	0,0265	0,0395
C1c 9	0,0000	0,0150	0,0255	0,0390	0,0000	0,0150	0,0260	0,0390
C1c 10	0,0000	0,0140	0,0255	0,0400	0,0000	0,0160	0,0275	0,0400
C1c 11	0,0000	0,0150	0,0255	0,0390	0,0000	0,0155	0,0265	0,0390
C1c 12	0,0000	0,0140	0,0255	0,0400	0,0000	0,0145	0,0265	0,0395
C2a 1	0,0000	0,0115	0,0190	0,0235	0,0000	0,0055	0,0085	0,0090
C2a 2	0,0000	0,0110	0,0185	0,0235	0,0000	0,0055	0,0080	0,0085
C2a 3	0,0000	0,0115	0,0185	0,0225	0,0000	0,0060	0,0085	0,0090
C2a 4	0,0000	0,0115	0,0185	0,0235	0,0000	0,0060	0,0080	0,0095
C2a 5	0,0000	0,0110	0,0190	0,0245	0,0000	0,0050	0,0085	0,0095
C2a 6	0,0000	0,0115	0,0190	0,0240	0,0000	0,0055	0,0080	0,0085
C2a 7	0,0000	0,0110	0,0185	0,0240	0,0000	0,0055	0,0085	0,0095
C2a 8	0,0000	0,0115	0,0185	0,0245	0,0000	0,0060	0,0080	0,0085
C2a 9	0,0000	0,0115	0,0185	0,0235	0,0000	0,0060	0,0080	0,0090

Tablo 4.1. Devam

Örnek No	24 saat				30. gün			
	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat
C2a 10	0,0000	0,0110	0,0190	0,0225	0,0000	0,0050	0,0080	0,0085
C2a 11	0,0000	0,0115	0,0185	0,0235	0,0000	0,0060	0,0070	0,0080
C2a 12	0,0000	0,0110	0,0190	0,0240	0,0000	0,0050	0,0080	0,0085
C2b 1	0,0000	0,0105	0,0175	0,0210	0,0000	0,0055	0,0080	0,0085
C2b 2	0,0000	0,0100	0,0185	0,0215	0,0000	0,0050	0,0070	0,0075
C2b 3	0,0000	0,0095	0,0175	0,0225	0,0000	0,0045	0,0075	0,0085
C2b 4	0,0000	0,0100	0,0175	0,0210	0,0000	0,0050	0,0075	0,0085
C2b 5	0,0000	0,0105	0,0165	0,0215	0,0000	0,0050	0,0080	0,0095
C2b 6	0,0000	0,0105	0,0175	0,0210	0,0000	0,0055	0,0080	0,0085
C2b 7	0,0000	0,0100	0,0185	0,0215	0,0000	0,0050	0,0070	0,0075
C2b 8	0,0000	0,0095	0,0175	0,0225	0,0000	0,0045	0,0075	0,0085
C2b 9	0,0000	0,0100	0,0175	0,0210	0,0000	0,0050	0,0075	0,0080
C2b 10	0,0000	0,0105	0,0165	0,0215	0,0000	0,0050	0,0080	0,0085
C2b 11	0,0000	0,0100	0,0175	0,0210	0,0000	0,0050	0,0075	0,0080
C2b 12	0,0000	0,0105	0,0165	0,0215	0,0000	0,0050	0,0080	0,0085
C2c 1	0,0000	0,0140	0,0215	0,0325	0,0000	0,0140	0,0225	0,0315
C2c 2	0,0000	0,0145	0,0220	0,0335	0,0000	0,0150	0,0225	0,0325
C2c 3	0,0000	0,0145	0,0220	0,0320	0,0000	0,0140	0,0215	0,0320
C2c 4	0,0000	0,0140	0,0210	0,0325	0,0000	0,0140	0,0215	0,0320
C2c 5	0,0000	0,0145	0,0215	0,0335	0,0000	0,0155	0,0215	0,0320
C2c 6	0,0000	0,0140	0,0215	0,0325	0,0000	0,0140	0,0225	0,0315
C2c 7	0,0000	0,0145	0,0220	0,0335	0,0000	0,0150	0,0225	0,0325
C2c 8	0,0000	0,0145	0,0220	0,0320	0,0000	0,0140	0,0215	0,0320
C2c 9	0,0000	0,0140	0,0210	0,0325	0,0000	0,0140	0,0215	0,0320
C2c 10	0,0000	0,0145	0,0215	0,0335	0,0000	0,0155	0,0215	0,0320
C2c 11	0,0000	0,0140	0,0210	0,0325	0,0000	0,0140	0,0215	0,0320
C2c 12	0,0000	0,0145	0,0215	0,0335	0,0000	0,0155	0,0215	0,0320
D1a 1	0,0000	0,0100	0,0180	0,0235	0,0000	0,0035	0,0060	0,0095
D1a 2	0,0000	0,0105	0,0175	0,0250	0,0000	0,0040	0,0060	0,0095
D1a 3	0,0000	0,0095	0,0175	0,0235	0,0000	0,0040	0,0065	0,0090
D1a 4	0,0000	0,0100	0,0180	0,0235	0,0000	0,0035	0,0060	0,0095
D1a 5	0,0000	0,0110	0,0185	0,0250	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
D1a 6	0,0000	0,0100	0,0180	0,0240	0,0000	0,0035	0,0060	0,0095
D1a 7	0,0000	0,0105	0,0175	0,0250	0,0000	0,0040	0,0060	0,0095
D1a 8	0,0000	0,0095	0,0175	0,0240	0,0000	0,0040	0,0065	0,0090
D1a 9	0,0000	0,0100	0,0180	0,0250	0,0000	0,0035	0,0060	0,0095
D1a 10	0,0000	0,0110	0,0185	0,0240	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
D1a 11	0,0000	0,0100	0,0180	0,0240	0,0000	0,0035	0,0060	0,0095

Tablo 4.1. Devam

Örnek No	24 saat				30. gün			
	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat
D1a 12	0,0000	0,0110	0,0185	0,0235	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
D1b 1	0,0000	0,0095	0,0170	0,0225	0,0000	0,0035	0,0060	0,0090
D1b 2	0,0000	0,0100	0,0175	0,0230	0,0000	0,0040	0,0065	0,0085
D1b 3	0,0000	0,0095	0,0170	0,0225	0,0000	0,0035	0,0060	0,0085
D1b 4	0,0000	0,0095	0,0175	0,0235	0,0000	0,0040	0,0060	0,0080
D1b 5	0,0000	0,0105	0,0185	0,0225	0,0000	0,0045	0,0065	0,0080
D1b 6	0,0000	0,0095	0,0170	0,0235	0,0000	0,0035	0,0060	0,0080
D1b 7	0,0000	0,0100	0,0175	0,0220	0,0000	0,0040	0,0065	0,0085
D1b 8	0,0000	0,0095	0,0170	0,0225	0,0000	0,0035	0,0060	0,0085
D1b 9	0,0000	0,0095	0,0175	0,0235	0,0000	0,0040	0,0060	0,0090
D1b 10	0,0000	0,0105	0,0185	0,0230	0,0000	0,0045	0,0065	0,0090
D1b 11	0,0000	0,0095	0,0175	0,0225	0,0000	0,0040	0,0060	0,0090
D1b 12	0,0000	0,0105	0,0185	0,0230	0,0000	0,0045	0,0065	0,0090
D1c 1	0,0000	0,0135	0,0235	0,0375	0,0000	0,0135	0,0250	0,0365
D1c 2	0,0000	0,0135	0,0225	0,0365	0,0000	0,0145	0,0235	0,0365
D1c 3	0,0000	0,0130	0,0225	0,0365	0,0000	0,0130	0,0235	0,0375
D1c 4	0,0000	0,0135	0,0225	0,0365	0,0000	0,0135	0,0225	0,0355
D1c 5	0,0000	0,0140	0,0230	0,0375	0,0000	0,0155	0,0245	0,0375
D1c 6	0,0000	0,0135	0,0235	0,0375	0,0000	0,0135	0,0250	0,0370
D1c 7	0,0000	0,0135	0,0225	0,0365	0,0000	0,0145	0,0235	0,0365
D1c 8	0,0000	0,0130	0,0225	0,0365	0,0000	0,0130	0,0235	0,0365
D1c 9	0,0000	0,0135	0,0225	0,0365	0,0000	0,0135	0,0225	0,0355
D1c 10	0,0000	0,0140	0,0230	0,0375	0,0000	0,0155	0,0245	0,0365
D1c 11	0,0000	0,0135	0,0225	0,0375	0,0000	0,0145	0,0235	0,0365
D1c 12	0,0000	0,0130	0,0225	0,0375	0,0000	0,0130	0,0235	0,0365
D2a 1	0,0000	0,0100	0,0170	0,0230	0,0000	0,0035	0,0050	0,0075
D2a 2	0,0000	0,0105	0,0185	0,0230	0,0000	0,0040	0,0055	0,0085
D2a 3	0,0000	0,0105	0,0185	0,0225	0,0000	0,0040	0,0060	0,0080
D2a 4	0,0000	0,0095	0,0190	0,0235	0,0000	0,0035	0,0060	0,0080
D2a 5	0,0000	0,0105	0,0190	0,0230	0,0000	0,0035	0,0055	0,0080
D2a 6	0,0000	0,0100	0,0170	0,0230	0,0000	0,0035	0,0050	0,0075
D2a 7	0,0000	0,0105	0,0185	0,0235	0,0000	0,0040	0,0055	0,0085
D2a 8	0,0000	0,0105	0,0185	0,0240	0,0000	0,0040	0,0060	0,0085
D2a 9	0,0000	0,0095	0,0190	0,0235	0,0000	0,0035	0,0060	0,0085
D2a 10	0,0000	0,0105	0,0190	0,0225	0,0000	0,0035	0,0055	0,0085
D2a 11	0,0000	0,0095	0,0190	0,0230	0,0000	0,0035	0,0060	0,0085
D2a 12	0,0000	0,0105	0,0190	0,0230	0,0000	0,0035	0,0055	0,0085
D2b 1	0,0000	0,0095	0,0165	0,0210	0,0000	0,0035	0,0050	0,0075

Tablo 4.1. Devam

Örnek No	24 saat				30. gün			
	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat	başlangıç	ilk 10 dk	ilk 30 dk	ilk 1 saat
D2b 2	0,0000	0,0090	0,0160	0,0215	0,0000	0,0030	0,0050	0,0080
D2b 3	0,0000	0,0090	0,0160	0,0205	0,0000	0,0035	0,0055	0,0085
D2b 4	0,0000	0,0090	0,0160	0,0210	0,0000	0,0035	0,0050	0,0075
D2b 5	0,0000	0,0090	0,0160	0,0205	0,0000	0,0035	0,0055	0,0080
D2b 6	0,0000	0,0095	0,0165	0,0210	0,0000	0,0035	0,0050	0,0075
D2b 7	0,0000	0,0090	0,0160	0,0215	0,0000	0,0030	0,0050	0,0080
D2b 8	0,0000	0,0090	0,0160	0,0205	0,0000	0,0035	0,0055	0,0085
D2b 9	0,0000	0,0090	0,0160	0,0210	0,0000	0,0035	0,0050	0,0075
D2b 10	0,0000	0,0090	0,0160	0,0205	0,0000	0,0035	0,0055	0,0080
D2b 11	0,0000	0,0090	0,0160	0,0210	0,0000	0,0030	0,0050	0,0080
D2b 12	0,0000	0,0090	0,0160	0,0205	0,0000	0,0035	0,0055	0,0085
D2c 1	0,0000	0,0155	0,0250	0,0325	0,0000	0,0155	0,0250	0,0315
D2c 2	0,0000	0,0135	0,0245	0,0325	0,0000	0,0145	0,0255	0,0315
D2c 3	0,0000	0,0140	0,0255	0,0320	0,0000	0,0155	0,0250	0,0320
D2c 4	0,0000	0,0145	0,0255	0,0325	0,0000	0,0145	0,0265	0,0320
D2c 5	0,0000	0,0135	0,0255	0,0325	0,0000	0,0140	0,0250	0,0320
D2c 6	0,0000	0,0145	0,0255	0,0325	0,0000	0,0155	0,0250	0,0315
D2c 7	0,0000	0,0135	0,0245	0,0325	0,0000	0,0145	0,0255	0,0315
D2c 8	0,0000	0,0140	0,0255	0,0320	0,0000	0,0155	0,0250	0,0320
D2c 9	0,0000	0,0145	0,0255	0,0325	0,0000	0,0145	0,0265	0,0320
D2c 10	0,0000	0,0135	0,0255	0,0315	0,0000	0,0140	0,0250	0,0320
D2c 11	0,0000	0,0145	0,0255	0,0325	0,0000	0,0145	0,0265	0,0310
D2c 12	0,0000	0,0135	0,0255	0,0315	0,0000	0,0140	0,0250	0,0320



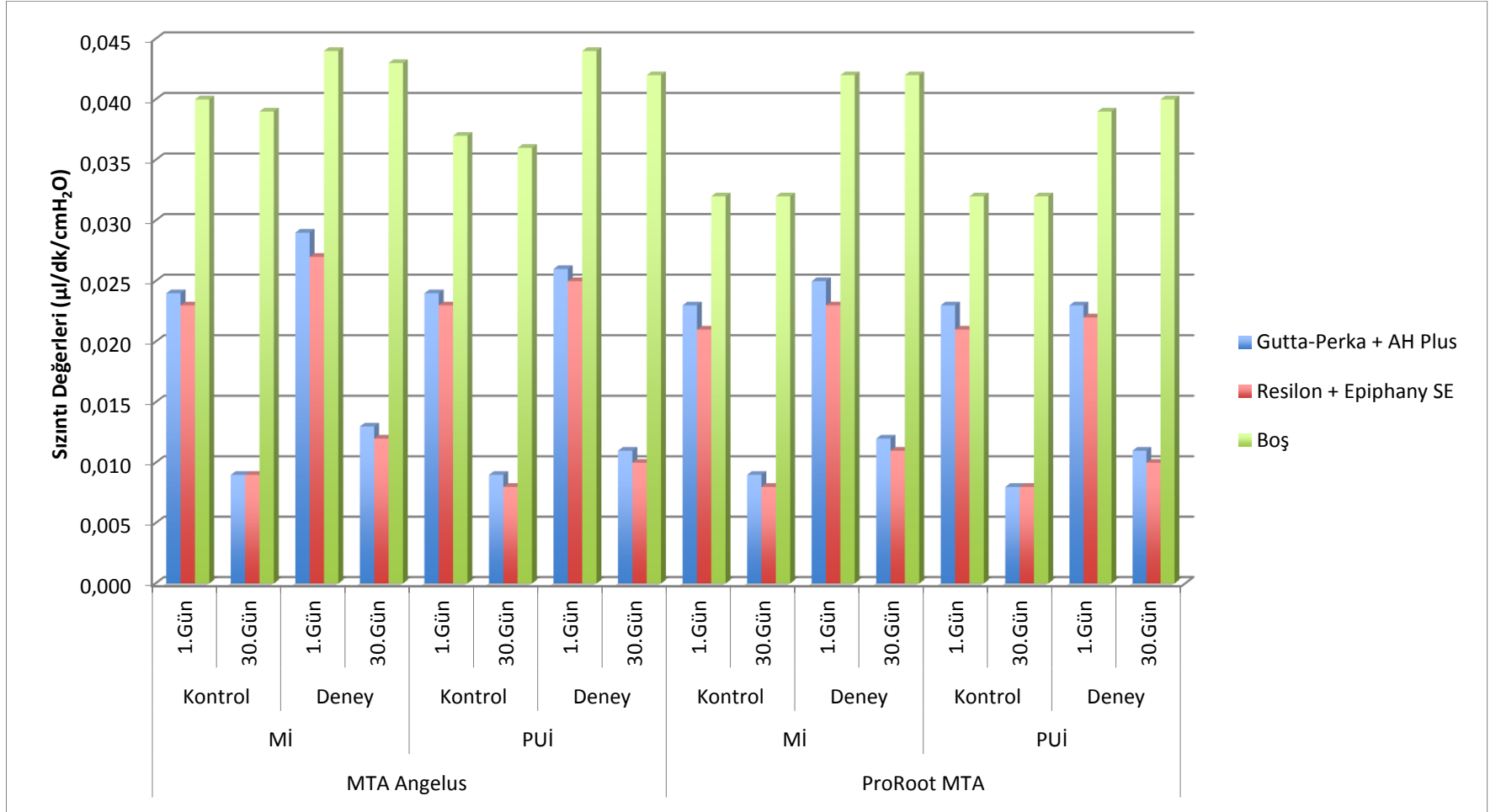
**Tablo 4.2.** Deney gruplarında 1. ve 30. gün Sızıntı Düzeyleri. Değerler mikroL/dk/cmH<sub>2</sub>O cinsinden ifade edilmiştir. Mİ= Manuel İrrigasyon, PUİ= Pasif Ultrasonik İrrigasyon. (a: Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret testi, Bonferroni Düzeltmesine göre p<0,0021 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.)

Gruplar	İrrigasyon Yöntemi	Apikal Bariyer	Kanal Dolgusu	1.Gün	30.Gün	p-değeri <sup>a</sup>
A1a	Mİ	MTA Angelus	Gutta-Perka + AH Plus	0,029 (0,029-0,030)	0,013 (0,012-0,013)	0,002123
A1b	Mİ	MTA Angelus	Resilon+ Epiphany SE	0,027 (0,027-0,028)	0,012 (0,012-0,013)	<b>0,002081</b>
A1c	Mİ	MTA Angelus	Boş	0,044 (0,044-0,046)	0,043 (0,044-0,045)	0,010810
A2a	Mİ	ProRoot MTA	Gutta-Perka + AH Plus	0,025 (0,025-0,026)	0,012 (0,012-0,012)	<b>0,001839</b>
A2b	Mİ	ProRoot MTA	Resilon+ Epiphany SE	0,023 (0,023-0,025)	0,011 (0,011-0,012)	0,002132
A2c	Mİ	ProRoot MTA	Boş	0,042 (0,041-0,044)	0,042 (0,041-0,044)	0,250055
B1a	PUİ	MTA Angelus	Gutta-Perka + AH Plus	0,026 (0,026-0,027)	0,011 (0,011-0,013)	<b>0,001748</b>
B1b	PUİ	MTA Angelus	Resilon+ Epiphany SE	0,025 (0,025-0,027)	0,010 (0,010-0,011)	<b>0,001934</b>
B1c	PUİ	MTA Angelus	Boş	0,044 (0,043-0,045)	0,042 (0,042-0,044)	0,020638
B2a	PUİ	ProRoot MTA	Gutta-Perka + AH Plus	0,023 (0,023-0,025)	0,011 (0,010-0,012)	0,002115
B2b	PUİ	ProRoot MTA	Resilon+ Epiphany SE	0,022 (0,022-0,025)	0,010 (0,010-0,011)	0,002166
B2c	PUİ	ProRoot MTA	Boş	0,039 (0,040-0,045)	0,040 (0,039-0,043)	0,030106

**Tablo 4.3.** Kontrol Gruplarında 1. ve 30. Gün Sızıntı Düzeyleri.

Değerler mikroL/dk/cmH<sub>2</sub>O cinsinden ifade edilmiştir. Mİ= Manuel İrrigasyon, PUİ= Pasif Ultrasonik İrrigasyon. (a: Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon İşaret testi, Bonferroni Düzeltmesine göre p<0,0021 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.)

Gruplar	İrrigasyon Yöntemi	Apikal Bariyer	Kanal Dolgusu	1.Gün	30.Gün	p-değeri <sup>a</sup>
C1a	Mİ	MTA Angelus	Gutta-Perka + AH Plus	0,024 (0,024-0,025)	0,009 (0,009-0,010)	<b>0,001689</b>
C1b	Mİ	MTA Angelus	Resilon+ Epiphany SE	0,023 (0,023-0,024)	0,009 (0,009-0,009)	<b>0,001616</b>
C1c	Mİ	MTA Angelus	Boş	0,040 (0,039-0,041)	0,039 (0,039-0,040)	0,159724
C2a	Mİ	ProRoot MTA	Gutta-Perka + AH Plus	0,023 (0,023-0,025)	0,009 (0,008-0,010)	0,002132
C2b	Mİ	ProRoot MTA	Resilon+ Epiphany SE	0,021 (0,021-0,023)	0,008 (0,008-0,010)	<b>0,002015</b>
C2c	Mİ	ProRoot MTA	Boş	0,032 (0,032-0,034)	0,032 (0,032-0,033)	0,004562
D1a	PUİ	MTA Angelus	Gutta-Perka + AH Plus	0,024 (0,024-0,025)	0,009 (0,009-0,010)	<b>0,002081</b>
D1b	PUİ	MTA Angelus	Resilon+ Epiphany SE	0,023 (0,022-0,024)	0,008 (0,008-0,009)	<b>0,002056</b>
D1c	PUİ	MTA Angelus	Boş	0,037 (0,037-0,038)	0,036 (0,036-0,038)	0,050016
D2a	PUİ	ProRoot MTA	Gutta-Perka + AH Plus	0,023 (0,023-0,024)	0,008 (0,008-0,009)	<b>0,002015</b>
D2b	PUİ	ProRoot MTA	Resilon+ Epiphany SE	0,021 (0,021-0,022)	0,008 (0,008-0,009)	<b>0,001886</b>
D2c	PUİ	ProRoot MTA	Boş	0,032 (0,032-0,033)	0,032 (0,031-0,032)	0,025387



Şekil 4.1 Kontrol ve Deney Gruplarında 1. gün ve 30. gün Sızıntı Değerleri

**Tablo 4.4.** 30.Gün Sızıntı Değerlerinin Gruplara, Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Yöntemine, Apikal Bariyer ve Kanal Dolgusu Tiplerine Göre Karşılaştırılması

	İRRİGASYON			PUİ			<i>p</i> -değeri <sup>2A</sup>	<i>p</i> -değeri <sup>3A</sup>	<i>p</i> -değeri <sup>4A</sup>
	KONTROL	DENEY	<i>p</i> -değeri <sup>1A</sup>	KONTROL	DENEY				
<b>MTA ANGELUS</b>									
<b>Gutta-Perka + AH Plus</b>	0,009 (0,009-0,010) <sup>a</sup>	0,013 (0,012-0,013) <sup>a</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,009 (0,009-0,010) <sup>a,c</sup>	0,011 (0,011-0,013) <sup>a,c</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,713	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Resilon + Epiphany SE</b>	0,009 (0,009-0,009) <sup>b</sup>	0,012 (0,012-0,013) <sup>b</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,008 (0,008-0,009) <sup>b,c</sup>	0,010 (0,010-0,011) <sup>b,c</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,178	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Boş</b>	0,039 (0,039-0,040) <sup>a,b</sup>	0,043 (0,044-0,045) <sup>a,b</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,036 (0,036-0,038) <sup>a,b</sup>	0,042 (0,042-0,044) <sup>a,b</sup>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	
<i>p</i> -değeri <sup>5B</sup>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>		<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>				
<b>ProRoot MTA</b>									
<b>Gutta-Perka + AH Plus</b>	0,009 (0,008-0,010) <sup>a</sup>	0,012 (0,012-0,012) <sup>a,c</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,008 (0,008-0,009) <sup>a</sup>	0,011 (0,010-0,012) <sup>a,c</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,007	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Resilon + Epiphany SE</b>	0,008 (0,008-0,010) <sup>b</sup>	0,011 (0,011-0,012) <sup>b,c</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,008 (0,008-0,009) <sup>b</sup>	0,010 (0,010-0,011) <sup>b,c</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,078	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Boş</b>	0,032 (0,032-0,033) <sup>a,b</sup>	0,042 (0,041-0,044) <sup>a,b</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,032 (0,031-0,032) <sup>a,b</sup>	0,040 (0,039-0,043) <sup>a,b</sup>	<b>&lt;0,001</b>	0,143	0,005	
<i>p</i> -değeri <sup>6B</sup>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>		<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>				
<i>p</i> -değeri <sup>7A</sup>	0,014	<b>&lt;0,001</b>		<b>&lt;0,001</b>	0,002				
<i>p</i> -değeri <sup>8A</sup>	0,007	<b>&lt;0,001</b>		0,003	0,068				
<i>p</i> -değeri <sup>9A</sup>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>		<b>&lt;0,001</b>	0,003				

<sup>1</sup> El aleti ile uzaklaştırılan deneklerde Farklı bariyer ve kanal üstleri içerisinde kontrol ve deney grupları arasında yapılan karşılaştırmalar, <sup>2</sup> USG ile uzaklaştırılan deneklerde farklı bariyer ve kanal üstleri içerisinde, kontrol ve deney grupları arasında yapılan karşılaştırmalar, <sup>3</sup> Kontrol grubu içerisinde farklı bariyer ve kanal üstlerinde, uzaklaştırma yöntemleri arasında yapılan karşılaştırmalar, <sup>4</sup> Deney grubu içerisinde farklı bariyer ve kanal üstlerinde, uzaklaştırma yöntemleri arasında yapılan karşılaştırmalar, <sup>5</sup> Angelus kullanılan Kontrol ve Deney grupları içerisinde farklı uzaklaştırma yöntemlerinde kanal üstleri arasında yapılan karşılaştırmalar, <sup>6</sup> ProRoot kullanılan Kontrol ve Deney grupları içerisinde farklı uzaklaştırma yöntemlerinde kanal üstleri arasında yapılan karşılaştırmalar, <sup>7</sup> Kanal üstü Gutta olan Kontrol ve Deney grupları içerisinde farklı uzaklaştırma tekniklerinde bariyer türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, <sup>8</sup> Kanal üstü Resilon olan Kontrol ve Deney grupları içerisinde farklı uzaklaştırma tekniklerinde bariyer türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, <sup>9</sup> Kanal üstü Boş olan Kontrol ve Deney grupları içerisinde farklı uzaklaştırma tekniklerinde bariyer türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, A: BonferroniDüzeltilmeli Mann Whitney U testi, Bonferroni Düzeltilmesine göre  $p < 0,0021$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, B: Bonferroni Düzeltilmeli Kruskal Wallis testi, Bonferroni Düzeltilmesine göre  $p < 0,0031$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, a: Gutta vs Boş ( $p < 0,001$ ), b: Resilon vs Boş ( $p < 0,001$ ), c: Gutta vs Resilon ( $p < 0,0031$ ).

## 5. TARTIŞMA

İnce dentin duvarlarına bağlı biyomekanik preparasyon güçlükleri ve obturasyonun yapılabileceği yeterli apikal daralımının bulunmaması nedeniyle, nekrotik immatür dişler geleneksel yöntemlerle ideal olarak tedavi edilememektedir (336).

Kök ucu gelişimini tamamlamamış nekrotik dişlerde, apikal gelişimin devam edebilmesi için yakın dönemde rejeneratif endodontik tedavi yöntemleri uygulanmaya başlanılmıştır. Rejeneratif endodontik tedavilerle ilgili mevcut literatür bilgisi, başarılı vaka raporları veya serileri ile sınırlı olduğundan gerçek başarısızlık oranları henüz öngörülememektedir (337-341). Ayrıca rejeneratif endodontik tedavi yöntemlerine ilişkin standart bir tedavi yönergesi veya rehberi de bulunmamaktadır. Konuya travmaya maruz kalmış dişler yönünden bakıldığında, Uluslararası Dental Travmatoloji Biriliği'nin tedavi rehberlerinde direkt ve indirekt pulpa kaplaması, parsiyel pulpotomi ve non-vital endodontik tedaviler (kök kanal obturasyonu) ile ilgili birçok atıf yer almakla beraber, rejeneratif endodontik prosedürlerle ilgili yönerge bulunmamaktadır. Bu eksiklikler nedeniyle klinisyenler sıklıkla geleneksel tedavi seçeneklerine yönelmektedirler.

Kök kanal dolgu teknikleri, obturasyonun yapılabileceği bir apikal daralıma ihtiyaç duyduğundan, açık apekse sahip immatür dişlerde apikal foramenin kalsifiye bir doku ile kapanmasının sağlanması veya yapay apikal bariyer kullanımı gerekmektedir (181,342). Uzun süreli kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasını gerektiren geleneksel apeksifikasyon tekniği, apekte kalsifik bariyer oluşumunu indükleyebilmektedir (342). Ancak tedavi süresinin değişkenliği, randevu ve alınan radyografi sayısının çokluğu, hasta takibinin güç olması, ertelenen tedaviler, uzun süreli kalsiyum hidroksit kullanımına bağlı artan kök fraktürü riski ve nihayet kök kanalında tekrar enfeksiyon gelişmesi gibi pek çok dezavantajı da bulunmaktadır (2-4). Özellikle uzun süreli kalsiyum hidroksit kullanımının olumsuz etkileri nedeniyle geleneksel apeksifikasyon tedavisine alternatif olarak gündeme gelen yapay apikal bariyer uygulaması (6,156,343,344) maksimum 2 seansta tamamlanmakta ve kök dentininin fiziksel özelliklerine zarar vermeden dişi endodontik yönden restore etmeye olanak sağlamaktadır (194,345). Bu nedenle bu çalışmamızda açık apeksli

immatür dişlerde başarılı ve güvenli olduğu kabul edilen apikal bariyer uygulaması sonrası kök kanal dolgularının apikal sızdırmazlık düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Sızıntı çalışmalarında standardizasyon, tekrarlanabilirlik ve güvenilirliğin arttırılabilmesi amacıyla Wu ve Wesselink (328), sıvı filtrasyon sistemini önermişlerdir. Derkson (326) tarafından 1986 yılında ilk defa tanımlanan bu sistem, Pashley (327) tarafından geçici dolgu maddelerinin sızdırmazlık etkinliğinin değerlendirilmesi için tasarlanmış ve Wu (328) tarafından endodontik sızıntı çalışmaları için modifiye edilmiştir. Sıvı filtrasyon metodunun en büyük avantajı, kullanıcı müdahalesinden bağımsız kantitatif sızıntı değerleri sağlayabilmesidir. Bu yöntemle çok ufak değerler bile ölçülebilir (328,329). Sıvı filtrasyon yöntemi kök kanal dolgularının sızdırmazlık kalitesini hem apikal hem de koronal yönden değerlendirilebilmesine olanak sağlar (346). Bu metodun belki de en önemli avantajı, örneklerin zarar görmemesi nedeniyle tekrarlayan ölçümlere izin vermesi; böylelikle farklı zamanlarda ölçüm yapılabilmesine olanak tanınmasıdır (347). Gillespie ve diğerleri (348), tekrarlayan ölçümlerin kök kanal sisteminin bütünlüğü üzerinde anlamlı düzeyde hasar yaratmadığını ve bu nedenle de sonuçları etkilemediğini bildirmişlerdir. Youngson ve diğerleri (349), sıvı filtrasyon metodu ve boya penetrasyon ölçümlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında sıvı filtrasyon metodunun daha hassas olduğunu bildirmişlerdir. Bu bilgilerin ışığında çalışmamızda apikal sızıntı değerlendirmesi için sıvı filtrasyon metodu kullanılmıştır.

İmmatür dişlerdeki endodontik tedaviler ile ilgili yapılmış olan laboratuvar çalışmalarında genellikle insan dişi kullanılmakla beraber, bazı çalışmalarda koyun ve sığır dişleri de kullanılmıştır (190,350-354). Bu çalışmada klinik koşullara mümkün olduğunca uyumlu sonuçlar alabilmek amacıyla çekilmiş insan daimi dişleri kullanılmıştır. Dişlerin seçiminde tek köklü ve tek kanallı olması, kök uçlarının kapalı olması, sonuçları etkileyebilecek çürük, kök kırığı, çatlağı ya da rezorpsiyonun bulunmaması kriterleri göz önünde tutulmuştur (350-354).

Stuart ve diğerleri (350), çekilmiş daimi dişlere deneysel olarak immatür kök formu verebilmek amacı ile kök kanallarını peeso reamer kullanarak genişletmiş, ancak immatür dişlerde görülen künt formdaki apikal anatomiyi sağlayamamışlardır. Lawley ve diğerleri (184), diverjan (uca doğru genişleyen) açık apeks formunu taklit edebilmek amacı ile Profile endodontik eğeler kullanarak retrograd genişletme

yapmıştır. Bu çalışmada Hachmeister ve diğerlerinin literatürde yaygın olarak kabul gören preparasyon yöntemi (13) kullanılmıştır. Buna göre kök kanalı K tipi endodontik eğeler ile genişletildikten sonra, apikal deltaları uzaklaştırmak ve standart bir kanal formu oluşturmak amacıyla apikal bölgenin 2 mm'lik kısmı frezle uzaklaştırılmış ve ardından diverjan apikal formu verebilmek amacıyla Protaper döner aletlerle retrograd olarak apikal preparasyon gerçekleştirilmiştir. Çalışmada her bir kökün boyu Stuart ve diğerleri ile Wilkinson ve diğerlerinin çalışmaları uyarınca 12 mm uzunlukta standardize edilmiştir (350,355).

Hachmeister ve diğerleri (13), apikal MTA bariyeri yerleştirmeden önce kök kanallarına kalsiyum hidroksit patı ile dezenfeksiyon uygulamışlardır. Sjögren ve diğerleri (356), kök kanalı içerisindeki kalsiyum hidroksitin 7. günden itibaren etkin antibakteriyel özellik gösterdiğini, bu nedenle de kök kanalında en az 7 gün kalması gerektiğini bildirmişlerdir. Orstavik ve Haapasalo (357), kalsiyum hidroksitin 10 günlük kanal içi uygulamasının fakültatif bakterileri elimine ederek enfekte dentin tübüllerini dezenfekte ettiğini rapor etmişlerdir. Byström ve diğerleri (76), ise kanal içerisine 4 hafta kalsiyum hidroksit uygulamasının tüm mikroorganizmaları elimine ettiğini rapor etmişlerdir. Bilindiği üzere, 30 gün ve altındaki kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamalarında kök dentininin kırılabilirliği olumsuz yönde etkilenmemektedir (3). Bu veriler ışığında kök kanallarına 30 gün süreyle kalsiyum hidroksit patı uygulanmıştır.

Kök kanal duvarından uzaklaştırılamayan kalsiyum hidroksit artıkları, kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu engelleyerek kök kanal dolgusunun örtüm özelliğini azaltmaktadır (358-360). Hosoya ve diğerleri (14), kanallarda artık kalan kalsiyum hidroksitin kanal dolgu patları ile kimyasal reaksiyona girerek çalışma zamanı ve akıcılığını da azalttığını bildirmişlerdir. Farklı çalışmalardan elde edilen bu ortak veriler, kök kanal dolgu materyalinin dentine başarılı bir şekilde adaptasyonunu sağlayabilmek için smear tabakası ve debrisin yanı sıra, kanal içi medikamentlerin de dentin yüzeyinden tamamen uzaklaştırılması gerektiğini ortaya koymaktadır (361). Kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması için sıklıkla önerilen yöntem, ana (master) apikal ege ile çok hafif instrumantasyon eşliğinde kök kanalının sodyum hipoklorit ve EDTA ile irrigasyonu (362). EDTA, kök kanalındaki kalsiyum hidroksit ile şelasyona girerek,

kalsiyum hidroksitin kanal dolgu patları üzerindeki olası kimyasal etkileşimlerini engelleyebilmektedir (358). Ancak EDTA ile irrigasyonun kanal duvarındaki kalsiyum hidroksiti fiziksel olarak tamamen uzaklaştırabildiğine dair kesin bir kanıt bulunmamaktadır (12). Benzer şekilde NaOCl'in kök kanallarındaki artık kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmada yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Da Silva ve diğerleri (363), %2,5'lük NaOCl irrigasyonunun, 7 gün süreyle kök kanalında bırakılan kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmada %17'lik EDTA, %10'lük sitrik asit ve %37'lik fosforik asite kıyasla daha az etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Salgado ve diğerleri de (361), NaOCl'in kanallardan kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmada EDTA ve sitrik asite kıyasla daha başarısız olduğunu, NaOCl'in etkinliğinin ana kon ajitasyonu ile kombine kullanıldığında arttığını rapor etmişlerdir. Çalışmada apikal üçlüde irrigasyonun etkinliğinin arttırılabilmesi amacıyla eĝe ile ajitasyonun gerekli olduğu da rapor edilmiştir (361). Benzer şekilde NaOCl'in PUİ ile kullanımı neticesinde kök kanallarının apikal bölgelerinde yaratılan yapay oluklardan debrisin daha kolay uzaklaştırıldığı bildirilmiştir (12).

Kök kanalından uzaklaştırılmayan kalsiyum hidroksitin biyoaktif malzemelerle etkileşimi, kalsiyum hidroksitin uygulama süresi ile bağlantılı olabilir. Hachmeister ve diğerleri (13), 7 günlük kalsiyum hidroksit uygulamasının MTA apikal bariyerinin sızıntısını etkilemediğini bildirmişlerdir. Bidar ve diğerleri de (18), 1 hafta kalsiyum hidroksit ile muamele edilmiş dişler ile kalsiyum hidroksit uygulanmamış dişlerde 4 mm'lik MTA apikal bariyerin kanal duvarına adaptasyonu karşılaştırılmış ve kalsiyum hidroksit uygulanmış dişlerde MTA apikal bariyer adaptasyonunun, kalsiyum hidroksit uygulanmayanlara kıyasla daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Holland ve diğerleri (364), 3 gün süreyle kalsiyum hidroksit uygulanan gruplardaki sızıntı düzeylerinin, uygulanmayanlara kıyasla daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Porkaew ve diğerlerine (365), göre bu durum kök kanal duvarlarında kalan kalsiyum hidroksit artıklarının reaksiyona girerek kalsiyum karbonata dönüşmesi ve kalsiyum karbonatın biyoaktif materyallerle etkileşiminin örtücülüğü olumlu yönde etkilemesi ile gerçekleşmektedir. Daha uzun süre ile kanalda kalan kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması sonucunda kök kanalından uzaklaştırılmayan kalsiyum hidroksit artıklarının biyoaktif materyallerle etkileşimleri hakkında yayınlanmış bir veri bulunmamaktadır. Bu bulguların ışığında çalışmamızda kalsiyum



hidroksit uygulanan dişlerdeki apikal sızdırmazlık direnci, kalsiyum hidroksit uygulanmayan dişler ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, uzaklaştırma yöntemi, apikal bariyer tipi ve kanal dolgu türünden bağımsız olarak kalsiyum hidroksit uygulanan tüm deney gruplarındaki sızıntı miktarlarının kalsiyum hidroksit uygulanmayan kontrol gruplarına kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğunu göstermektedir. Kim ve Kim de (360), kanal içi medikament olarak kalsiyum hidroksit kullanımının apikal sızıntıyı arttırdığını bildirmişlerdir. Öte yandan bu bulgular, Holland ve diğerleri (366) ve Porkaew ve diğerleri'nin (365) sonuçları ile çelişmektedir. Bu çalışmadan farklı olarak, Holland ve diğerleri (366) ve Porkaew ve diğerleri (365), sızıntının tespiti amacıyla %2'lik metilen mavisi ile boya penetrasyon testi kullanılmıştır. Çalışmamızda ise güvenilirlik düzeyi çok daha yüksek olan sıvı filtrasyon düzeneği uygulanmıştır. Ayrıca, Holland ve diğerlerinin (366), çalışması sonucunda dentin geçirgenliğinin azalmış olması, apikal sızıntının da azaldığı anlamına gelmemektedir.

Geniş apikal kök kanal hacmi, kök kanal irrigasyonunun etkinliğini de pozitif yönde etkilemektedir (367-369). Apikal genişliğin dar olduğu kök kanal preparasyonlarında hidrodinamiğin etkilenmesi nedeniyle irrigasyonun etkinliğinin azaldığı ve bu durumun kanal duvarında daha fazla kanal içi medikament artığının kalmasına neden olduğu bildirilmiştir (370). Bununla birlikte immatür dişlerde doğal olarak mevcut olan geniş apikal açıklık, irrigasyon solüsyonlarının apeksten periapikal dokulara taşma riskini artırır. Bu sebeple Fuks ve Heling (371), immatür dişlerdeki irrigasyonun basınçsız olarak yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Kök kanal irrigasyonunda en sık kullanılan solüsyon NaOCl olup, klinik uygulamalardaki konsantrasyonları %0,5-5,25 arasında değişmektedir (372-374). Özellikle kök ucu açık dişlerde periapikal dokuların korunabilmesi amacıyla NaOCl konsantrasyonunun %0,5-2,5 aralığında tutulması gerekmektedir (375,376). Raldi ve diğerleri (376), sitotoksik etkisi sebebiyle NaOCl'in %0,5-1'lik konsantrasyonda uygulanması gerektiğini, ancak bu düzeyde düşük konsantrasyonların NaOCl'in antibakteriyal etkisinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın irrigasyon prosedüründe, toksik etkisi daha düşük iken doku çözücü etkisini kaybetmediği rapor edilen %2,5'lük NaOCl kullanılmıştır (216).

İrrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin artırılması amacıyla birçok teknik önerilmiştir. El aleti ile mekanik ajitasyon, gutta-perka konu ile mekanik ajitasyon, plastik aletler yardımıyla mekanik ajitasyon ve sonik ve ultrasonik ajitasyon bu teknikler arasında yer almaktadır (377). Ultrasonikler hem kavitasyon; hem de akustik akım oluşturmaktadır. Akustik akım, preparasyon yapılan kanaldan çıkan debrisin yeterince uzaklaştırılmasını sağlamaktadır (264). Ultrasonik kullanmanın etkili olabilmesi için, ultrasonik ucun kök kanal sisteminde pasif halde durması rapor edilmiştir (378). El eğeleri ile karşılaştırıldığında, pasif ultrasoniklerin oluşturduğu akustik akımın daha etkin bir temizleme sağladığı görülmüştür (378). Dar kanallarda ve kısa eğimli kanallarda sonik ve ultrasonik irrigasyonun vibrasyon etkileri ve buna bağlı temizleme etkinlikleri sınırlı kalmaktadır (379,380).

Kök kanallarındaki artık kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında PUİ ile birlikte distile suyun kullanılması, PUİ ile birlikte NaOCl'in kullanılması kadar etkin temizleme sağlamamaktadır (12). Su ve NaOCl arasındaki bu farklılık birkaç neden ile açıklanabilir. İlk olarak, bir tuzlu su süspansiyonu olan NaOCl'in fizyolojik özelliği sudan farklıdır (12). Tuzlu suda oluşan baloncuklar daha çok sayıda ve daha küçük boyutlarda olup, normal suda oluşan baloncuklara kıyasla daha az birleşme eğilimindedir (266). Küçük baloncukların sayısı fazla olduğundan, akustik mikroakıntı daha güçlü olmaktadır. Bir diğer açıklama ise NaOCl'in irrigant olarak PUİ ile birlikte kullanıldığında, baloncuk içerisinde çözünmüş haldeki klorin gazının açığa çıkmasıdır. Oluşan klorin gazı, baloncukların titreşimini ve akustik mikroakımı güçlendirmektedir (12).

Van der Sluis ve diğerleri (381), ultrasonik irrigasyonun daha etkili olabilmesi için geniş kök ve kanallarında kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Kök kanallarının genişliği ve konikliği azaldıkça kök kanalından dentin debrisini uzaklaştırmak zorlaşmaktadır (381,382). Koniklik düzeyleri aynı, ancak kanal genişliği daha fazla olan kök kanalından kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak, daha dar kök kanalından dentin debrisini uzaklaştırmaktan daha zordur (12). Bu durum kalsiyum hidroksitin dentin debrisine kıyasla kök kanalından daha zor uzaklaştırıldığını göstermektedir (12). Lee ve diğerleri (267), klasik enjektör yöntemi ve ultrasonik ile yapılan irrigasyonun etkinliklerini karşılaştırmışlar ve ultrasonik irrigasyonun, klasik irrigasyona kıyasla daha fazla dentin debrisini ve planktonik bakteri uzaklaştırdığını

rapor etmişlerdir. Rödig ve diğerleri (383), kök kanal düzensizliklerinde pasif ultrasonik irrigasyonun, sonik irrigasyona kıyasla daha fazla debris uzaklaştırdığını rapor etmiş ve bu durumu sonik aletlere kıyasla (150 Hz) kıyasla ultrasonik aletlerin (30 kHz) daha yüksek frekansta çalışmasına bağlamışlardır. Araştırmacılar, debrisin uzaklaştırılmasında sonik ve ultrasonik irrigasyonun sırasıyla %5 ve %92,5 düzeyinde etkili olduğunu rapor etmişlerdir (383). Benzer şekilde Agrawal ve Kapoor (384), %1'lik NaOCl ve pasif ultrasonik irrigasyonun, %2,5'lük NaOCl'in şırınga ile yapılan irrigasyonuna kıyasla kanaldan daha fazla debris uzaklaştırdığını rapor etmişlerdir.

Bu bilgilerin ışığı altında, çalışmamızda manuel irrigasyon ve PUİ tekniklerinin etkisi kıyaslanmış olup, kalsiyum hidroksit uygulanan dişlerde pasif ultrasonik irrigasyon yapılan gruplardaki apikal sızıntı düzeyleri, manuel irrigasyonu uygulanan gruplara kıyasla anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Ancak kalsiyum hidroksit uygulanmamış dişlerde manuel irrigasyonu uygulanan gruplar ile PUİ uygulanan gruplar arasında genel olarak sızıntı açısından bir farklılık gözlenmemiştir.

Tek seans apeksifikasyon tedavisinde amalgam, cam iyonomer siman, kompozit rezin, çinko oksit öjenol ve super EBA gibi çeşitli bariyer materyalleri kullanılmış; ancak tam bir başarı elde edilememiştir (105,385-387). MTA, apikal bölgede güçlü fiziksel, kimyasal ve klinik özellikler sergilemesi, bakteriyostatik olması, iyi bir tıkaç oluşturması, boyutsal stabilite, radyoopasite, biyouyumluluk ve sızdırmazlık gibi özellikleri nedeniyle tek seanslı apeksifikasyon tekniğinde günümüzde en çok tercih edilen materyaldir (1,11,13,28,119,193,208,388,389). Çalışmamızda MTA apikal bariyer kalınlığı 4mm'de standardize edilmiştir. Bu değer, apikal sızıntıyı engellemede etkili bulunan minimum MTA kalınlığına denk gelmektedir (208). Açık kök uçlarına MTA kondensasyonu, zorluk düzeyi yüksek bir uygulama olup, doğru teknik uygulanması halinde bile sıklıkla eksik/taşkın dolgu ve bariyer-dentin arayüzünde boşluk oluşumu ile sonuçlanabilmektedir (11). Bu nedenle MTA yerleştirilmesinden sonra apikal bariyerin kalınlığı ve apekteki yerleşimi mutlaka radyograflarla kontrol edilmelidir (190). Bu çalışmada da apikal bariyerler radyografik olarak kontrol edilmiş, eksik veya fazla doldurulduğu tespit edilen dişler çalışma dışında bırakılmıştır.

Menezes ve diğerleri (390), ProRoot MTA ve MTA Angelus'un doku reaksiyonlarının benzer olduğunu bildirmişlerdir. Lolayekar ve diğerleri (190), simüle

açık apeksli dişlerde apikal bariyer olarak 5 mm ProRoot MTA ve MTA Angelus'un boya sızıntı değerlerini karşılaştırmış ve iki grup arasında istatistiksel bir fark tespit edememişlerdir. Hashem ve Hashanien (391), furkasyon perforasyonlarında ProRoot MTA ve MTA Angelus'un sızdırmazlık özelliklerini karşılaştırmış ve MTA Angelus'un matriks olmadan kullanıldığı durumlarda ProRoot MTA'dan daha fazla sızıntı gösterdiğini rapor etmişlerdir. Bu durum MTA Angelus ve ProRoot MTA arasındaki içerik farklılığına bağlanmıştır. Song ve diğerleri (112), MTA Angelus'un kalsiyum sülfat içermediğini ve bizmut oksitin düşük yüzdede bulunduğunu rapor etmişlerdir. Bu durum Proroot MTA'nın 2 saatlik sertleşme süresi karşısında, MTA Angelus'un daha erken sürede (yaklaşık 10 dakika) ilk sertliğe ulaşmasını açıklamaktadır (112). Sertleşme süresindeki bu azalma, MTA Angelus'un kavite duvarlarına adaptasyonunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir (391). Çalışmamızda apikal tıkaçların sızdırmazlığının karşılaştırıldığı deney (Kanal içi kalsiyum hidroksit uygulanmış) ve kontrol (Kalsiyum hidroksit uygulanmamış) gruplarında, MTA Angelus kullanılan alt gruplardaki sızıntı değeri, ProRoot MTA kullanılan altgruplara kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Sonuçlar test edilen kalsiyum hidroksit uzaklaştırma yöntemi yönünden değerlendirildiğinde, kalsiyum hidroksit uygulanan deney gruplarında manuel irrigasyon sonrasında MTA Angelus grubu, ProRoot MTA grubuna kıyasla daha fazla sızıntı gösterirken; PUİ kullanıldığı durumda iki materyal grubu arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir.

Endodontik materyallerdeki güncel gelişmeler ve devam eden araştırmalara rağmen, kök kanal sisteminde tam bir sızdırmazlık sağlayan bir materyal veya teknik henüz geliştirilememiştir (392). Günümüzde kök kanallarının doldurulmasında birçok araştırmacı tarafından kabul edilen altın standart, gutta-perka ile bir kanal dolgu patının birlikte kullanılmasıdır (290,393,394). Gutta-perka kanal dentin duvarına kimyasal veya mikromekanik olarak bağlanamadığından bir pat ile birlikte kullanılması gerektiği bildirilmiştir (395). Çalışmamızda gutta-perka ile AH Plus patı birlikte kullanılmış, kanallara kalsiyum hidroksit uygulanan gutta-perka grubundaki sızıntı düzeyi, kalsiyum hidroksit uygulanmayan gruba kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Öte yandan, kanal dolgu patlarının zaman içerisinde örtüm düzeylerinin arttığı da bilinmektedir (322,329,396). De Gee ve diğerleri (396), bu sonucu, materyallerin sertleşme zamanlarının uzun olmasına bağlamıştır. Bu

nedenle, sızıntı ölçümlerinin belirli bir zaman geçtikten sonra tekrarlanması gerektiği bildirilmiştir (329). Çalışmamızda örneklerin sızıntı değerleri 1. ve 30. gün sonunda olacak şekilde 2 kez ölçülmüş ve 30.gündeki sızıntı değerleri 1. güne kıyasla anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur.

Lateral kondensasyon tekniği, birçok klinisyen tarafından tercih edilen bir kanal doldurma tekniğidir. Ancak konlar arasındaki boşluklar, eğri kanallar ve yetersiz lateral basınç, tedavinin başarısının azalmasına neden olabilmektedir. Sıcak kondensasyon tekniği, lateral kondensasyona kıyasla daha homojen bir dolgu yapılabilmesine olanak tanımakta, bu yöntem ile kanal içi düzensizlikler ve lateral kanalların daha homojen bir şekilde tıkanması sağlanabilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda kanal dolguları bu teknikle tamamlanmıştır.

Resilon + Epiphany, Gutta-perka + AH Plus ve Gutta-perka + AH26 ile doldurulan çekilmiş dişlerin koronal sızıntı yönünden karşılaştırıldığı çalışmalarda, en düşük sızıntı değerinin Resilon + Epiphany grubunda olduğu bildirilmiştir (278,397), ve bu durum Resilon + Epiphany sisteminin dentin ile gösterdiği yüksek adaptasyona bağlanmıştır. Shipper ve diğerlerinin (290), bir çalışması sonucunda ise, Resilon + Epiphany ile yapılan kanal dolgularının sızdırmazlığının, Gutta-perka + AH26 ve Gutta-perka + Epiphany grubuna kıyasla anlamlı düzeyde düşük olduğu rapor edilmiştir.

Çalışmamızda ProRoot MTA apikal bariyer uygulanan gruplar incelendiğinde; kalsiyum hidroksit uygulanan tüm alt gruplarda Gutta-perka + AH Plus ile kanal dolgusu yapılan gruplardaki sızıntı değerleri, Resilon + Epiphany ile kanal dolgusu yapılan gruplara kıyasla daha yüksek bulunmuş; kalsiyum hidroksit uygulanmayan gruplarda ise anlamlı bir farka rastlanılmamıştır. MTA Angelus apikal bariyer uygulanan gruplar incelendiğinde ise; şırınga irrigasyonu yapılan gruplarda Gutta-perka + AH Plus ile kanal dolgusu yapılan gruptaki sızıntı değerleri ile Resilon + Epiphany ile kanal dolgusu yapılan gruptaki sızıntı değerleri arasında anlamlı bir fark gözlenmezken, PUİ uygulandığında Gutta-perka + AH Plus ile kanal dolgusu yapılan gruptaki sızıntı değerleri, Resilon + Epiphany ile kanal dolgusu yapılan gruba kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

## 6. SONUÇLAR

Bu çalışmanın metodolojik sınırlamaları içerisinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

1. 30 gün süre ile kanal içi kalsiyum hidroksit uygulaması, mineral trioksit agregatı kullanılarak uygulanan apikal bariyerlerin sızdırmazlık direncini olumsuz yönde etkilemektedir.
2. Kanal içi kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak için kullanılan irrigasyon yöntemi, apikal bariyerli kanal dolgularının sızdırmazlığını anlamlı düzeyde etkilemektedir. Çalışmamızda test edilen yöntemlerden manuel irrigasyon, pasif ultrasonik irrigasyona kıyasla sızdırmazlık düzeyini anlamlı düzeyde düşürmektedir.
3. Apikal bariyerin altında yer alan kök kanal dolgusunun tipi, kanal içi sızdırmazlık üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir. Ancak bu etki, sadece kanal içi kalsiyum hidroksit uygulanmış dişlerde ortaya çıkmakta; kalsiyum hidroksit uygulanmadığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlenmemektedir.

## KAYNAKLAR

1. Simon, S., Rilliard, F., Berdal, A.,Machtou, P. (2007) The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *International Endodontic Journal*, 40 (3), 186-197.
2. Andreasen, J.O., Farik, B.,Munksgaard, E.C. (2002) Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dental Traumatology* 18 (3), 134-137.
3. Sahebi, S., Moazami, F.,Abbott, P. (2010) The effects of short-term calcium hydroxide application on the strength of dentine. *Dental Traumatology* 26 (1), 43-46.
4. Sheehy, E.C.,Roberts, G.J. (1997) Use of calcium hydroxide for apical barrier formation and healing in non-vital immature permanent teeth: a review. *British Dental Journal*, 183 (7), 241-246.
5. Holden, D.T., Schwartz, S.A., Kirkpatrick, T.C.,Schindler, W.G. (2008) Clinical outcomes of artificial root-end barriers with mineral trioxide aggregate in teeth with immature apices. *Journal of Endodontics*, 34 (7), 812-817.
6. Shabahang, S.,Torabinejad, M. (2000) Treatment of teeth with open apices using mineral trioxide aggregate. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry* 12 (3), 315-320; quiz 322.
7. Keiser, K., Johnson, C.C.,Tipton, D.A. (2000) Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *Journal of Endodontics*, 26 (5), 288-291.
8. Torabinejad, M., Ford, T.R., Abedi, H.R., Kariyawasam, S.P.,Tang, H.M. (1998) Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible of guinea pigs. *Journal of Endodontics*, 24 (7), 468-471.
9. Pairokh, M.,Torabinejad, M. (2010) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *Journal of Endodontics*, 36 (1), 16-27.

10. Damle, S.G., Bhattal, H., Loomba, A. (2012) Apexification of anterior teeth: a comparative evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide paste. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 36 (3), 263-268.
11. Al-Kahtani, A., Shostad, S., Schifferle, R., Bhambhani, S. (2005) In-vitro evaluation of microleakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent teeth with simulated immature apices. *Journal of Endodontics*, 31 (2), 117-119.
12. Van der Sluis, L.W., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (2007) The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *International Endodontic Journal*, 40 (1), 52-57.
13. Hachmeister, D.R., Schindler, W.G., Walker, W.A., 3rd, Thomas, D.D. (2002) The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *Journal of Endodontics*, 28 (5), 386-390.
14. Hosoya, N., Kurayama, H., Iino, F., Arai, T. (2004) Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *International Endodontic Journal*, 37 (3), 178-184.
15. Wuerch, R.M., Apicella, M.J., Mines, P., Yancich, P.J., Pashley, D.H. (2004) Effect of 2% chlorhexidine gel as an intracanal medication on the apical seal of the root-canal system. *Journal of Endodontics*, 30 (11), 788-791.
16. Wang, C.S., Debelian, G.J., Teixeira, F.B. (2006) Effect of intracanal medicament on the sealing ability of root canals filled with Resilon. *Journal of endodontics*, 32 (6), 532-536.
17. Barbizam, J.V., Trope, M., Teixeira, E.C., Tanomaru-Filho, M., Teixeira, F.B. (2008) Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. *Brazilian Dental Journal*, 19 (3), 224-227.
18. Bidar, M., Disfani, R., Gharagozloo, S., Khoyneshad, S., Rouhani, A. (2010) Medication with calcium hydroxide improved marginal adaptation of



- mineral trioxide aggregate apical barrier. *Journal of Endodontics*, 36 (10), 1679-1682.
19. Kakehashi, S., Stanley, H.R.,Fitzgerald, R.J. (1965) The Effects of Surgical Exposures of Dental Pulp in Germ-Free and Conventional Laboratory Rats. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 20, 340-349.
  20. Moller, A.J., Fabricius, L., Dahlen, G., Ohman, A.E.,Heyden, G. (1981) Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 89 (6), 475-484.
  21. Sundqvist, G. (1992) Ecology of the root canal flora. *Journal of Endodontics*, 18 (9), 427-430.
  22. Bergenholtz G, Horsted-Bindslev P,C, R. (2003). Textbook of Endodontology. Oxford: Blackwell Munksgaard.
  23. Cohen S, B.R. (2002). Pathways of the Pulp. 7th ed: St. Louis, Missouri: Mosby.
  24. Miletic, I., Anic, I., Pezelj-Ribaric, S.,Jukic, S. (1999) Leakage of five root canal sealers. *International Endodontic Journal*, 32 (5), 415-418.
  25. Bhasker, S.N. (1991). Orban's oral histology and embriology (11 bs.). St. Louis: Mosby-Year Book.
  26. Andreasen, F.M.,Andreasen, J.O. (1994). J. O. Andreasen & F. M. Andreasen (Ed.). Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth (3 bs., s. 279-314). Copenhagen: Munksgaard
  27. Andreasen, J.O.,Ravn, J.J. (1972) Epidemiology of traumatic dental injuries to primary and permanent teeth in a Danish population sample. *International Journal of Oral Surgery*, 1 (5), 235-239.
  28. Rafter, M. (2005) Apexification: a review. *Dental Traumatology*, 21 (1), 1-8.
  29. Andreasen, J.O.,Hjorting-Hansen, E. (1967) Intraalveolar root fractures: radiographic and histologic study of 50 cases. *Journal of Oral Surgery*, 25 (5), 414-426.

30. Pindborg, J.J. (1955) Clinical, radiographic, and histological aspects of intraalveolar fractures of upper central incisors. *Acta Odontologica Scandinavica*, 13 (1), 41-71.
31. Torneck, C.D. (1982) Effects and clinical significance of trauma to the developing permanent dentition. *Dental clinics of North America*, 26 (3), 481-504.
32. Kidd, E.A.M., Bernard, B.G.N., Watson, T.F. (2003). Why restore teeth? Pickard's Manual of Operative Dentistry (8. bs.). New York: Oxford University Press
33. Mackie, I.C. (1998) UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. Management and root canal treatment of non-vital immature permanent incisor teeth. Faculty of Dental Surgery, Royal College of Surgeons. *International Journal of Paediatric Dentistry* 8(4), 289-293.
34. Fulling, H.J., Andreasen, J.O. (1976) Influence of maturation status and tooth type of permanent teeth upon electrometric and thermal pulp testing. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 84 (5), 286-290.
35. Haapasalo, M., Ranta, H., Ranta, K.T. (1983) Facultative gram-negative enteric rods in persistent periapical infections. *Acta odontologica Scandinavica*, 41 (1), 19-22.
36. Webber, R.T. (1984) Apexogenesis versus apexification. *Dental clinics of North America*, 28 (4), 669-697.
37. Mandel, E., Bourguignon-Adelle, C. (1996) Endodontic retreatment: a rational approach to non-surgical root canal therapy of immature teeth. *Endodontics and Dental Traumatology*, 12 (5), 246-253.
38. Mason, C. (2004). Endodontics in children. O. W. T.R. Pitt Ford (Ed.). Harty's Endodontics In Clinical Practice.
39. Camp, J.H., Fuks, A.B. (2006). Pediatric endodontics: Endodontic treatment for the primary and young permanent dentition. S. Cohen & K. M. Hargreaves (Ed.). (9 bs.): St Louis: Mosby Inc

40. Pitt Ford, T.R. (2002). Apexification and Apexogenesis. R. E. Walton & M. Torabinejad (Ed.). Principles and practices of Endodontics (2<sup>nd</sup> ed., s. 373-384). Philadelphia: W.B. Saunders
41. Grossman, L.I. (1988). Endodontic Practice (11<sup>th</sup> ed.). Philadelphia: Lea & Febiger.
42. Chawla, H.S., Tewari, A., Ramakrishnan, E. (1980) A study of apexification without a catalyst paste. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 47 (6), 431-434.
43. England, M.C., Best, E. (1977) Noninduced apical closure in immature roots of dogs' teeth. *Journal of Endodontics*, 3 (11), 411-417.
44. Whittle, M. (2000) Apexification of an infected untreated immature tooth. *Journal of Endodontics*, 26 (4), 245-247.
45. Das, S. (1980) Apexification in a nonvital tooth by control of infection. *The Journal of the American Dental Association*, 100 (6), 880-881.
46. Hermann, B.W. (1987) Calcium hydroxyd als mitteln zum behandeln und füllen von Wurzelkanallen. Wursburg:1920(printed in: Malo PRT, Kessler Nieto F, Vadillo MVM (1987) Hidroxido de calcio y apicoformacion. *Revista Espanola Endodoncia*, 5, 41-61.
47. Farhad, A., Mohammadi, Z. (2005) Calcium hydroxide: a review. *International Dental Journal*, 55 (5), 293-301.
48. Fava, L.R., Saunders, W.P. (1999) Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *International Endodontic Journal*, 32 (4), 257-282.
49. Estrela, C., Pesce, H.F. (1996) Chemical analysis of the liberation of calcium and hydroxyl ions from calcium hydroxide pastes in connective tissue in the dog--Part I. *Brazilian Dental Journal*, 7 (1), 41-46.
50. Siqueira, J.F., Jr., Lopes, H.P. (1999) Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *International Endodontic Journal*, 32 (5), 361-369.

51. Brooks, G.F., Butel, J.S.,Morse, S.A. (1998). Jawetz, Melnick, and Adelberg's Medical Microbiology (21 bs.). Stamford Appleton & Lange.
52. Halliwell, B. (1987) Oxidants and human disease: some new concepts. *FASEB Journal* 1(5), 358-364.
53. Cotran, R.S., Kumar, V.,Collins, T. (1999). Robbins Pathologic Basis of Disease (6 bs.). Philadelphia: W.B. Saunders.
54. Voet, D.,Voet, J.G. (1995). Biochemistry (2 bs.). New York: John Wiley & Sons
55. Imlay, J.A.,Linn, S. (1988) DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science*, 240 (4857), 1302-1309.
56. Bakland, L.K.,Andreasen, J.O. (2012) Will mineral trioxide aggregate replace calcium hydroxide in treating pulpal and periodontal healing complications subsequent to dental trauma? A review. *Dental Traumatology*, 28 (1), 25-32.
57. Foreman, P.C.,Barnes, I.E. (1990) Review of calcium hydroxide. *International Endodontic Journal*, 23 (6), 283-297.
58. Schroder, U.,Granath, L.E. (1971) Early reaction of intact human teeth to calcium hydroxide following experimental pulpotomy and its significance to the development of hard tissue barrier. *Odontologisk revy*, 22 (4), 379-395.
59. Cox, C.F., Kopel, H.M.,Ruby, J.D. (2002). Repair of pulpal injury by dental materials. K. M. Hargreaves & H. E. Goodis (Ed.). Seltzer and Bender's Dental Pulp (s. 325-343): Quintessence Publishing Co
60. Cox, C.F., Subay, R.K., Ostro, E., Suzuki, S.,Suzuki, S.H. (1996) Tunnel defects in dentin bridges: their formation following direct pulp capping. *Operative Dentistry*, 21 (1), 4-11.
61. Seltzer, S.,Bender, I.B. (1975). The Dental Pulp (2 bs.). Philadelphia: J.B. Lippincott.
62. Kaiser, H.J. (April 17 1964). Management of wide open apex canals with calcium hydroxide [Poster]. 21st Annual Meeting of the American Association of Endodontists. Washington DC.

63. Finucane, D., Kinirons, M.J. (1999) Non-vital immature permanent incisors: factors that may influence treatment outcome. *Endodontics and Dental Traumatology*, 15 (6), 273-277.
64. Holland, R., de Mello, W., Nery, M.J., Bernabe, P.F., de Souza, V. (1977) Reaction of human periapical tissue to pulp extirpation and immediate root canal filling with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 3 (2), 63-67.
65. Frank, A.L. (1966) Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. *The Journal of the American Dental Association*, 72 (1), 87-93.
66. Mackie, I.C., Bentley, E.M., Worthington, H.V. (1988) The closure of open apices in non-vital immature incisor teeth. *British Dental Journal*, 165 (5), 169-173.
67. Yates, J.A. (1988) Barrier formation time in non-vital teeth with open apices. *International Endodontic Journal*, 21 (5), 313-319.
68. Cvek, M. (1972) Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide. I. Follow-up of periapical repair and apical closure of immature roots. *Odontologisk revy*, 23 (1), 27-44.
69. Kleier, D.J., Barr, E.S. (1991) A study of endodontically apexified teeth. *Endodontics and Dental Traumatology*, 7 (3), 112-117.
70. Tronstad, L., Andreasen, J.O., Hasselgren, G., Kristerson, L., Riis, I. (1981) pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 7 (1), 17-21.
71. Chosack, A., Sela, J., Cleaton-Jones, P. (1997) A histological and quantitative histomorphometric study of apexification of nonvital permanent incisors of vervet monkeys after repeated root filling with a calcium hydroxide paste. *Endodontics and Dental Traumatology*, 13 (5), 211-217.
72. Shabahang, S. (2013) Treatment options: apexogenesis and apexification. *Pediatric dentistry*, 35 (2), 125-128.

73. Rosenberg, B., Murray, P.E., Namerow, K. (2007) The effect of calcium hydroxide root filling on dentin fracture strength. *Dental Traumatology*, 23 (1), 26-29.
74. Cvek, M. (1992) Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endodontics and Dental Traumatology*, 8 (2), 45-55.
75. Bystrom, A., Sundqvist, G. (1981) Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 89 (4), 321-328.
76. Byström, A., Claesson, R., Sundqvist, G. (1985) The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endodontics and Dental Traumatology*, 1 (5), 170-175.
77. Rehman, K., Saunders, W.P., Foye, R.H., Sharkey, S.W. (1996) Calcium ion diffusion from calcium hydroxide-containing materials in endodontically-treated teeth: an in vitro study. *International Endodontic Journal*, 29 (4), 271-279.
78. Stuart, K.G., Miller, C.H., Brown, C.E., Jr., Newton, C.W. (1991) The comparative antimicrobial effect of calcium hydroxide. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 72 (1), 101-104.
79. Siqueira, J.F., Jr., de Uzeda, M. (1998) Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 24 (10), 663-665.
80. Siqueira, J.F., Jr., Lopes, H.P., de Uzeda, M. (1998) Recontamination of coronally unsealed root canals medicated with camphorated paramonochlorophenol or calcium hydroxide pastes after saliva challenge. *Journal of Endodontics*, 24 (1), 11-14.
81. Oguntebi, B.R. (1994) Dentine tubule infection and endodontic therapy implications. *International Endodontic Journal*, 27 (4), 218-222.

82. Nerwich, A., Figdor, D., Messer, H.H. (1993) pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 19 (6), 302-306.
83. Padan, E., Zilberstein, D., Schuldiner, S. (1981) pH homeostasis in bacteria. *Biochimica et biophysica acta*, 650 (2-3), 151-166.
84. Siren, E.K., Haapasalo, M.P., Ranta, K., Salmi, P., Kerosuo, E.N. (1997) Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *International Endodontic Journal*, 30 (2), 91-95.
85. Tronstad, L. (1992) Recent development in endodontic research. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 100 (1), 52-59.
86. Haapasalo, M., Orstavik, D. (1987) In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *Journal of Dental Research*, 66 (8), 1375-1379.
87. Heling, I., Steinberg, D., Kenig, S., Gavrilovich, I., Sela, M.N., Friedman, M. (1992) Efficacy of a sustained-release device containing chlorhexidine and Ca(OH)<sub>2</sub> in preventing secondary infection of dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 25 (1), 20-24.
88. Siqueira, J.F., Jr., de Uzeda, M. (1996) Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. *Journal of Endodontics*, 22 (12), 674-676.
89. Reit, C., Dahlen, G. (1988) Decision making analysis of endodontic treatment strategies in teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 21 (5), 291-299.
90. Orstavik, D., Kerekes, K., Molven, O. (1991) Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study. *International Endodontic Journal*, 24 (1), 1-7.

91. Sjogren, U., Figdor, D., Persson, S., Sundqvist, G. (1997) Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 30 (5), 297-306.
92. Sundqvist, G., Figdor, D., Persson, S., Sjogren, U. (1998) Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 85 (1), 86-93.
93. Schein, B., Schilder, H. (1975) Endotoxin content in endodontically involved teeth. *Journal of Endodontics*, 1 (1), 19-21.
94. Safavi, K.E., Nichols, F.C. (1993) Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *Journal of Endodontics*, 19 (2), 76-78.
95. Safavi, K.E., Nichols, F.C. (1994) Alteration of biological properties of bacterial lipopolysaccharide by calcium hydroxide treatment. *Journal of Endodontics*, 20 (3), 127-129.
96. Barthel, C.R., Levin, L.G., Reisner, H.M., Trope, M. (1997) TNF-alpha release in monocytes after exposure to calcium hydroxide treated Escherichia coli LPS. *International Endodontic Journal*, 30 (3), 155-159.
97. Silva, L., Nelson-Filho, P., Leonardo, M.R., Rossi, M.A., Pansani, C.A. (2002) Effect of calcium hydroxide on bacterial endotoxin in vivo. *Journal of Endodontics*, 28 (2), 94-98.
98. Khan, A.A., Sun, X., Hargreaves, K.M. (2008) Effect of calcium hydroxide on proinflammatory cytokines and neuropeptides. *Journal of Endodontics*, 34 (11), 1360-1363.
99. Han, S.H., Kim, J.H., Seo, H.S., Martin, M.H., Chung, G.H., Michalek, S.M. ve diğ erleri. (2006) Lipoteichoic acid-induced nitric oxide production depends on the activation of platelet-activating factor receptor and Jak2. *Journal of Immunology*, 176 (1), 573-579.
100. Fabretti, F., Theilacker, C., Baldassarri, L., Kaczynski, Z., Kropec, A., Holst, O. ve diğ erleri. (2006) Alanine esters of enterococcal lipoteichoic acid play a



- role in biofilm formation and resistance to antimicrobial peptides. *Infection and Immunity*, 74 (7), 4164-4171.
101. Ciardi, J.E., Rolla, G., Bowen, W.H., Reilly, J.A. (1977) Adsorption of *Streptococcus mutans* lipoteichoic acid to hydroxyapatite. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 85 (6), 387-391.
  102. Baik, J.E., Kum, K.Y., Yun, C.H., Lee, J.K., Lee, K., Kim, K.K. ve diğ erleri. (2008) Calcium hydroxide inactivates lipoteichoic acid from *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 34 (11), 1355-1359.
  103. Wang, J.D., Hume, W.R. (1988) Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. *International Endodontic Journal*, 21 (1), 17-26.
  104. Shabahang, S., Torabinejad, M., Boyne, P.P., Abedi, H., McMillan, P. (1999) A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. *Journal of Endodontics*, 25 (1), 1-5.
  105. Morse, D.R., O'Larnic, J., Yesilsoy, C. (1990) Apexification: review of the literature. *Quintessence International*, 21 (7), 589-598.
  106. Witherspoon, D.E., Ham, K. (2001) One-visit apexification: technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry* 13 (6), 455-460; quiz 462.
  107. Torabinejad, M., White, D.J. (1995). Tooth Filling Material and Use, US Patent No.
  108. Lee, S.J., Monsef, M., Torabinejad, M. (1993) Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *Journal of Endodontics*, 19 (11), 541-544.
  109. Arens, D.E., Torabinejad, M. (1996) Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate: two case reports. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 82 (1), 84-88.

110. Ford, T.R., Torabinejad, M., Abedi, H.R., Bakland, L.K.,Kariyawasam, S.P. (1996) Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *The Journal of the American Dental Association*, 127 (10), 1491-1494.
111. Asgary, S., Parirokh, M., Eghbal, M.J.,Brink, F. (2005) Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 31 (2), 101-103.
112. Song, J.S., Mante, F.K., Romanow, W.J.,Kim, S. (2006) Chemical analysis of powder and set forms of Portland cement, gray ProRoot MTA, white ProRoot MTA, and gray MTA-Angelus. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 102 (6), 809-815.
113. Camilleri, J., Montesin, F.E., Di Silvio, L.,Pitt Ford, T.R. (2005) The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. *International Endodontic Journal*, 38 (11), 834-842.
114. Asgary, S., Parirokh, M., Eghbal, M.J., Stowe, S.,Brink, F. (2006) A qualitative X-ray analysis of white and grey mineral trioxide aggregate using compositional imaging. *Journal of materials science. Materials in Medicine*, 17 (2), 187-191.
115. Saidon, J., He, J., Zhu, Q., Safavi, K.,Spangberg, L.S. (2003) Cell and tissue reactions to mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 95 (4), 483-489.
116. Torabinejad, M., Hong, C.U., McDonald, F.,Pitt Ford, T.R. (1995) Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of Endodontics*, 21 (7), 349-353.
117. Torabinejad, M., Watson, T.F.,Pitt Ford, T.R. (1993) Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *Journal of Endodontics*, 19 (12), 591-595.

118. Torabinejad, M., Hong, C.U., Lee, S.J., Monsef, M., Pitt Ford, T.R. (1995) Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *Journal of Endodontics*, 21 (12), 603-608.
119. Camilleri, J., Pitt Ford, T.R. (2006) Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *International Endodontic Journal*, 39 (10), 747-754.
120. Camilleri, J. (2008) Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 41 (5), 408-417.
121. Dammaschke, T., Gerth, H.U., Zuchner, H., Schafer, E. (2005) Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dental Materials* 21 (8), 731-738.
122. Camilleri, J. (2007) Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 40 (6), 462-470.
123. Camilleri, J., Montesin, F.E., Papaioannou, S., McDonald, F., Pitt Ford, T.R. (2004) Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 37 (10), 699-704.
124. Watts, J.D., Holt, D.M., Beeson, T.J., Kirkpatrick, T.C., Rutledge, R.E. (2007) Effects of pH and mixing agents on the temporal setting of tooth-colored and gray mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 33 (8), 970-973.
125. Coomaraswamy, K.S., Lumley, P.J., Hofmann, M.P. (2007) Effect of bismuth oxide radioopacifier content on the material properties of an endodontic Portland cement-based (MTA-like) system. *Journal of Endodontics*, 33 (3), 295-298.
126. Storm, B., Eichmiller, F.C., Tordik, P.A., Goodell, G.G. (2008) Setting expansion of gray and white mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Journal of Endodontics*, 34 (1), 80-82.
127. Kogan, P., He, J., Glickman, G.N., Watanabe, I. (2006) The effects of various additives on setting properties of MTA. *Journal of Endodontics*, 32 (6), 569-572.

128. Sluyk, S.R., Moon, P.C., Hartwell, G.R. (1998) Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. *Journal of Endodontics*, 24 (11), 768-771.
129. Fridland, M., Rosado, R. (2003) Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *Journal of Endodontics*, 29 (12), 814-817.
130. Aminoshariae, A., Hartwell, G.R., Moon, P.C. (2003) Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques. *Journal of Endodontics*, 29 (10), 679-682.
131. Matt, G.D., Thorpe, J.R., Strother, J.M., McClanahan, S.B. (2004) Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one- or two-step apical barrier technique. *Journal of Endodontics*, 30 (12), 876-879.
132. Chng, H.K., Islam, I., Yap, A.U., Tong, Y.W., Koh, E.T. (2005) Properties of a new root-end filling material. *Journal of Endodontics*, 31 (9), 665-668.
133. Islam, I., Chng, H.K., Yap, A.U. (2006) Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. *Journal of Endodontics*, 32 (3), 193-197.
134. Walker, M.P., Diliberto, A., Lee, C. (2006) Effect of setting conditions on mineral trioxide aggregate flexural strength. *Journal of Endodontics*, 32 (4), 334-336.
135. Gancedo-Caravia, L., Garcia-Barbero, E. (2006) Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *Journal of Endodontics*, 32 (9), 894-896.
136. Danesh, G., Dammaschke, T., Gerth, H.U., Zandbiglari, T., Schafer, E. (2006) A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements. *International Endodontic Journal*, 39 (3), 213-219.

137. Chogle, S., Mickel, A.K., Chan, D.M., Huffaker, K., Jones, J.J. (2007) Intracanal assessment of mineral trioxide aggregate setting and sealing properties. *General Dentistry*, 55 (4), 306-311.
138. Nekoofar, M.H., Adusei, G., Sheykhrezae, M.S., Hayes, S.J., Bryant, S.T., Dummer, P.M. (2007) The effect of condensation pressure on selected physical properties of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 40 (6), 453-461.
139. Holt, D.M., Watts, J.D., Beeson, T.J., Kirkpatrick, T.C., Rutledge, R.E. (2007) The anti-microbial effect against enterococcus faecalis and the compressive strength of two types of mineral trioxide aggregate mixed with sterile water or 2% chlorhexidine liquid. *Journal of Endodontics*, 33 (7), 844-847.
140. Smith, J.B., Loushine, R.J., Weller, R.N., Rueggeberg, F.A., Whitford, G.M., Pashley, D.H. ve diğ erleri. (2007) Metrologic evaluation of the surface of white MTA after the use of two endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*, 33 (4), 463-467.
141. Saghiri, M.A., Lotfi, M., Saghiri, A.M., Vosoughhosseini, S., Fatemi, A., Shiezadeh, V. ve diğ erleri. (2008) Effect of pH on sealing ability of white mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *Journal of Endodontics*, 34 (10), 1226-1229.
142. Namazikhah, M.S., Nekoofar, M.H., Sheykhrezae, M.S., Salariyeh, S., Hayes, S.J., Bryant, S.T. ve diğ erleri. (2008) The effect of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 41 (2), 108-116.
143. Huang, T.H., Shie, M.Y., Kao, C.T., Ding, S.J. (2008) The effect of setting accelerator on properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 34 (5), 590-593.
144. Ber, B.S., Hatton, J.F., Stewart, G.P. (2007) Chemical modification of proroot mta to improve handling characteristics and decrease setting time. *Journal of Endodontics*, 33 (10), 1231-1234.

145. Ding, S.J., Kao, C.T., Shie, M.Y., Hung, C., Jr.,Huang, T.H. (2008) The physical and cytological properties of white MTA mixed with Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> as an accelerant. *Journal of Endodontics*, 34 (6), 748-751.
146. Camilleri, J., Montesin, F.E., Brady, K., Sweeney, R., Curtis, R.V.,Ford, T.R. (2005) The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dental Materials* 21 (4), 297-303.
147. Poggio, C., Lombardini, M., Alessandro, C.,Simonetta, R. (2007) Solubility of root-end-filling materials: a comparative study. *Journal of Endodontics*, 33 (9), 1094-1097.
148. Shie, M.Y., Huang, T.H., Kao, C.T., Huang, C.H.,Ding, S.J. (2009) The effect of a physiologic solution pH on properties of white mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 35 (1), 98-101.
149. Fridland, M.,Rosado, R. (2005) MTA solubility: a long term study. *Journal of Endodontics*, 31 (5), 376-379.
150. Antunes Bortoluzzi, E., Juarez Broon, N., Antonio Hungaro Duarte, M., de Oliveira Demarchi, A.C.,Monteiro Bramante, C. (2006) The use of a setting accelerator and its effect on pH and calcium ion release of mineral trioxide aggregate and white Portland cement. *Journal of Endodontics*, 32 (12), 1194-1197.
151. Ozdemir, H.O., Ozcelik, B., Karabucak, B.,Cehreli, Z.C. (2008) Calcium ion diffusion from mineral trioxide aggregate through simulated root resorption defects. *Dental Traumatology* 24 (1), 70-73.
152. Sarkar, N.K., Caicedo, R., Ritwik, P., Moiseyeva, R.,Kawashima, I. (2005) Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 31 (2), 97-100.
153. Bozeman, T.B., Lemon, R.R.,Eleazer, P.D. (2006) Elemental analysis of crystal precipitate from gray and white MTA. *Journal of Endodontics*, 32 (5), 425-428.

154. Midy, V., Dard, M.,Hollande, E. (2001) Evaluation of the effect of three calcium phosphate powders on osteoblast cells. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 12 (3), 259-265.
155. Kayahan, M.B., Nekoofar, M.H., Kazandag, M., Canpolat, C., Malkondu, O., Kaptan, F. ve diğeri. (2009) Effect of acid-etching procedure on selected physical properties of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 42 (11), 1004-1014.
156. Torabinejad, M.,Chivian, N. (1999) Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 25 (3), 197-205.
157. Tunc, E.S., Sonmez, I.S., Bayrak, S.,Egilmez, T. (2008) The evaluation of bond strength of a composite and a compomer to white mineral trioxide aggregate with two different bonding systems. *Journal of Endodontics*, 34 (5), 603-605.
158. Shah, P.M., Chong, B.S., Sidhu, S.K.,Ford, T.R. (1996) Radiopacity of potential root-end filling materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 81 (4), 476-479.
159. Laghios, C.D., Benson, B.W., Gutmann, J.L.,Cutler, C.W. (2000) Comparative radiopacity of tetracalcium phosphate and other root-end filling materials. *International Endodontic Journal*, 33 (4), 311-315.
160. Komabayashi, T.,Spangberg, L.S. (2008) Comparative analysis of the particle size and shape of commercially available mineral trioxide aggregates and Portland cement: a study with a flow particle image analyzer. *Journal of Endodontics*, 34 (1), 94-98.
161. Lee, Y.L., Lee, B.S., Lin, F.H., Yun Lin, A., Lan, W.H.,Lin, C.P. (2004) Effects of physiological environments on the hydration behavior of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials*, 25 (5), 787-793.
162. Lee, Y.L., Lin, F.H., Wang, W.H., Ritchie, H.H., Lan, W.H.,Lin, C.P. (2007) Effects of EDTA on the hydration mechanism of mineral trioxide aggregate. *Journal of Dental Research*, 86 (6), 534-538.

163. Srinivasan, V., Waterhouse, P., Whitworth, J. (2009) Mineral trioxide aggregate in paediatric dentistry. *International Journal of Paediatric Dentistry* 19 (1), 34-47.
164. de Souza Costa, C.A., Duarte, P.T., de Souza, P.P., Giro, E.M., Hebling, J. (2008) Cytotoxic effects and pulpal response caused by a mineral trioxide aggregate formulation and calcium hydroxide. *American Journal of Dentistry*, 21 (4), 255-261.
165. Kettering, J.D., Torabinejad, M. (1995) Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *Journal of Endodontics*, 21 (11), 537-542.
166. Torabinejad, M., Hong, C.U., Pitt Ford, T.R., Kettering, J.D. (1995) Cytotoxicity of four root end filling materials. *Journal of Endodontics*, 21 (10), 489-492.
167. Nakayama, A., Ogiso, B., Tanabe, N., Takeichi, O., Matsuzaka, K., Inoue, T. (2005) Behaviour of bone marrow osteoblast-like cells on mineral trioxide aggregate: morphology and expression of type I collagen and bone-related protein mRNAs. *International Endodontic Journal*, 38 (4), 203-210.
168. Koh, E.T., McDonald, F., Pitt Ford, T.R., Torabinejad, M. (1998) Cellular response to Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics*, 24 (8), 543-547.
169. Koh, E.T., Torabinejad, M., Pitt Ford, T.R., Brady, K., McDonald, F. (1997) Mineral trioxide aggregate stimulates a biological response in human osteoblasts. *Journal of Biomedical Materials Research*, 37 (3), 432-439.
170. Abdullah, D., Ford, T.R., Papaioannou, S., Nicholson, J., McDonald, F. (2002) An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. *Biomaterials*, 23 (19), 4001-4010.
171. Huang, T.H., Yang, C.C., Ding, S.J., Yeng, M., Kao, C.T., Chou, M.Y. (2005) Inflammatory cytokines reaction elicited by root-end filling materials. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 73 (1), 123-128.



172. Mitchell, P.J., Pitt Ford, T.R., Torabinejad, M., McDonald, F. (1999) Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials*, 20 (2), 167-173.
173. Deller-Quinn, M., Perinpanayagam, H. (2009) Osteoblast expression of cytokines is altered on MTA surfaces. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 108 (2), 302-307.
174. Thomson, T.S., Berry, J.E., Somerman, M.J., Kirkwood, K.L. (2003) Cementoblasts maintain expression of osteocalcin in the presence of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 29 (6), 407-412.
175. Tani-Ishii, N., Hamada, N., Watanabe, K., Tujimoto, Y., Teranaka, T., Umemoto, T. (2007) Expression of bone extracellular matrix proteins on osteoblast cells in the presence of mineral trioxide. *Journal of Endodontics*, 33 (7), 836-839.
176. Binkley, C.J., Haugh, G.S., Kitchens, D.H., Wallace, D.L., Sessler, D.I. (2009) Oral microbial and respiratory status of persons with mental retardation/intellectual and developmental disability: an observational cohort study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 108 (5), 722-731.
177. Min, K.S., Yang, S.H., Kim, E.C. (2009) The combined effect of mineral trioxide aggregate and enamel matrix derivative on odontoblastic differentiation in human dental pulp cells. *Journal of Endodontics*, 35 (6), 847-851.
178. Bonson, S., Jeansonne, B.G., Lallier, T.E. (2004) Root-end filling materials alter fibroblast differentiation. *Journal of Dental Research*, 83 (5), 408-413.
179. Sepet, E., Pinar, A., Ilhan, B., Ulukapi, I., Bilir, A., Tuna, S. (2009) Cytotoxic effects of calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate on 3T3 fibroblast cell line in vitro. *Quintessence International*, 40 (8), e55-61.
180. Simon, S., Cooper, P., Smith, A., Picard, B., Ifi, C.N., Berdal, A. (2008) Evaluation of a new laboratory model for pulp healing: preliminary study. *International Endodontic Journal*, 41 (9), 781-790.

181. Bogen, G.,Kuttler, S. (2009) Mineral trioxide aggregate obturation: a review and case series. *Journal of Endodontics*, 35 (6), 777-790.
182. Lee, E.S. (2000) A new mineral trioxide aggregate root-end filling technique. *Journal of Endodontics*, 26 (12), 764-765.
183. Levenstein, H. (2002) Obturating teeth with wide open apices using mineral trioxide aggregate: a case report. *Journal of the South African Dental Association* 57 (7), 270-273.
184. Lawley, G.R., Schindler, W.G., Walker, W.A., 3rd,Kolodrubetz, D. (2004) Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. *Journal of Endodontics*, 30 (3), 167-172.
185. Monteiro Bramante, C., Demarchi, A.C., de Moraes, I.G., Bernadineli, N., Garcia, R.B., Spangberg, L.S. ve diğ erleri. (2008) Presence of arsenic in different types of MTA and white and gray Portland cement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 106 (6), 909-913.
186. Accorinte, M.L., Loguercio, A.D., Reis, A., Bauer, J.R., Grande, R.H., Murata, S.S. ve diğ erleri. (2009) Evaluation of two mineral trioxide aggregate compounds as pulp-capping agents in human teeth. *International Endodontic Journal*, 42 (2), 122-128.
187. Tay, F.R.,Pashley, D.H. (2007) Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *Journal of Endodontics*, 33 (4), 391-398.
188. Duarte, M.A., Demarchi, A.C., Yamashita, J.C., Kuga, M.C.,Fraga Sde, C. (2003) pH and calcium ion release of 2 root-end filling materials. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 95 (3), 345-347.
189. Casella, G.,Ferlito, S. (2006) The use of mineral trioxide aggregate in endodontics. *Minerva Stomatologica* 55 (3), 123-143.

190. Lolayekar, N., Bhat, S.S., Hegde, S. (2009) Sealing ability of ProRoot MTA and MTA-Angelus simulating a one-step apical barrier technique--an in vitro study. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 33 (4), 305-310.
191. Literature from the manufacturer. CerKamed, Krakow, Poland. (2012) *Materials Safety Data Sheet*
192. Pradhan, D.P., Chawla, H.S., Gauba, K., Goyal, A. (2006) Comparative evaluation of endodontic management of teeth with unformed apices with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Journal of Dentistry for Children (Chicago)*, 73 (2), 79-85.
193. Pace, R., Giuliani, V., Pini Prato, L., Baccetti, T., Pagavino, G. (2007) Apical plug technique using mineral trioxide aggregate: results from a case series. *International Endodontic Journal*, 40 (6), 478-484.
194. Mente, J., Leo, M., Panagidis, D., Ohle, M., Schneider, S., Lorenzo Bermejo, J. ve diğ erleri. (2013) Treatment outcome of mineral trioxide aggregate in open apex teeth. *Journal of Endodontics*, 39 (1), 20-26.
195. Bates, C.F., Carnes, D.L., del Rio, C.E. (1996) Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *Journal of Endodontics*, 22 (11), 575-578.
196. Yatsushiro, J.D., Baumgartner, J.C., Tinkle, J.S. (1998) Longitudinal study of the microleakage of two root-end filling materials using a fluid conductive system. *Journal of Endodontics*, 24 (11), 716-719.
197. Wu, M.K., Kontakiotis, E.G., Wesselink, P.R. (1998) Long-term seal provided by some root-end filling materials. *Journal of Endodontics*, 24 (8), 557-560.
198. Fogel, H.M., Peikoff, M.D. (2001) Microleakage of root-end filling materials. *Journal of Endodontics*, 27 (7), 456-458.
199. Karlovic, Z., Pezelj-Ribaric, S., Miletic, I., Jukic, S., Grgurevic, J., Anic, I. (2005) Erbium:YAG laser versus ultrasonic in preparation of root-end cavities. *Journal of Endodontics*, 31 (11), 821-823.

200. De Bruyne, M.A., De Bruyne, R.J., De Moor, R.J. (2006) Capillary flow porometry to assess the seal provided by root-end filling materials in a standardized and reproducible way. *Journal of Endodontics*, 32 (3), 206-209.
201. Torabinejad, M., Parirokh, M. (2010) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. *Journal of Endodontics*, 36 (2), 190-202.
202. Pereira, C.L., Cenci, M.S., Demarco, F.F. (2004) Sealing ability of MTA, Super EBA, Vitremer and amalgam as root-end filling materials. *Brazilian Oral Research*, 18 (4), 317-321.
203. Torabinejad, M., Higa, R.K., McKendry, D.J., Pitt Ford, T.R. (1994) Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *Journal of Endodontics*, 20 (4), 159-163.
204. Martell, B., Chandler, N.P. (2002) Electrical and dye leakage comparison of three root-end restorative materials. *Quintessence International*, 33 (1), 30-34.
205. Gondim, E., Jr., Kim, S., de Souza-Filho, F.J. (2005) An investigation of microleakage from root-end fillings in ultrasonic retrograde cavities with or without finishing: a quantitative analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 99 (6), 755-760.
206. Wu, M.K., Kontakiotis, E.G., Wesselink, P.R. (1998) Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. *Journal of Dentistry* 26 (7), 585-589.
207. Pichardo, M.R., George, S.W., Bergeron, B.E., Jeansonne, B.G., Rutledge, R. (2006) Apical leakage of root-end placed SuperEBA, MTA, and Geristore restorations in human teeth previously stored in 10% formalin. *Journal of Endodontics*, 32 (10), 956-959.
208. Valois, C.R., Costa, E.D., Jr. (2004) Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings in vitro. *Oral Surgery*,

- Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 97 (1), 108-111.
209. Torabinejad, M., Rastegar, A.F., Kettering, J.D., Pitt Ford, T.R. (1995) Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *Journal of Endodontics*, 21 (3), 109-112.
210. Maltezos, C., Glickman, G.N., Ezzo, P., He, J. (2006) Comparison of the sealing of Resilon, Pro Root MTA, and Super-EBA as root-end filling materials: a bacterial leakage study. *Journal of Endodontics*, 32 (4), 324-327.
211. Montellano, A.M., Schwartz, S.A., Beeson, T.J. (2006) Contamination of tooth-colored mineral trioxide aggregate used as a root-end filling material: a bacterial leakage study. *Journal of Endodontics*, 32 (5), 452-455.
212. Grossman, L.I. (1972) Sterilization of infected root canals. *The Journal of the American Dental Association*, 85 (4), 900-905.
213. Hulsmann, M., Heckendorff, M., Lennon, A. (2003) Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontic Journal*, 36 (12), 810-830.
214. Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., Gao, Y. (2010) Irrigation in endodontics. *Dental clinics of North America*, 54 (2), 291-312.
215. Peters, O.A., Laib, A., Gohring, T.N., Barbakow, F. (2001) Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *Journal of Endodontics*, 27 (1), 1-6.
216. Johnson, W.T., Noblett, W.C. (2009). Cleaning and shaping. Torabinejad M. & R. E. Walton (Ed.). *Endodontics: Principles and Practice (4th bs.)*: Saunders Elsevier
217. Loel, D.A. (1975) Use of acid cleanser in endodontic therapy. *The Journal of the American Dental Association*, 90 (1), 148-151.
218. Torabinejad, M., Handysides, R., Khademi, A.A., Bakland, L.K. (2002) Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 94 (6), 658-666.

219. Torabinejad, M., Khademi, A.A., Babagoli, J., Cho, Y., Johnson, W.B., Bozhilov, K. ve diğerleri. (2003) A new solution for the removal of the smear layer. *Journal of Endodontics*, 29 (3), 170-175.
220. Zaman, A., Safavi, K., Spangberg, L.S. (2003) The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 96 (5), 578-581.
221. El Karim, I., Kennedy, J., Hussey, D. (2007) The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 103 (4), 560-569.
222. Siqueira, J.F., Jr., Machado, A.G., Silveira, R.M., Lopes, H.P., de Uzeda, M. (1997) Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. *International Endodontic Journal*, 30 (4), 279-282.
223. Clarkson, R.M., Moule, A.J. (1998) Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. *Australian Dental Journal* 43 (4), 250-256.
224. Frai, S., Ng, Y.L., Gulabivala, K. (2001) Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*, 34 (3), 206-215.
225. Senia, E.S., Marshall, F.J., Rosen, S. (1971) The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 31 (1), 96-103.
226. Moorer, W.R., Wesselink, P.R. (1982) Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*, 15 (4), 187-196.
227. Pashley, E.L., Birdsong, N.L., Bowman, K., Pashley, D.H. (1985) Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *Journal of Endodontics*, 11 (12), 525-528.
228. Siqueira, J.F., Jr., Roca, I.N., Favieri, A., Lima, K.C. (2000) Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation

- and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 26 (6), 331-334.
229. Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z., Gao, Y. (2014) Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*, 216 (6), 299-303.
230. Zehnder, M., Kosicki, D., Luder, H., Sener, B., Waltimo, T. (2002) Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 94 (6), 756-762.
231. Haapasalo, H.K., Siren, E.K., Waltimo, T.M., Orstavik, D., Haapasalo, M.P. (2000) Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *International Endodontic Journal*, 33 (2), 126-131.
232. Clegg, M.S., Vertucci, F.J., Walker, C., Belanger, M., Britto, L.R. (2006) The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *Journal of Endodontics*, 32 (5), 434-437.
233. Ayhan, H., Sultan, N., Cirak, M., Ruhi, M.Z., Bodur, H. (1999) Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *International Endodontic Journal*, 32 (2), 99-102.
234. Berber, V.B., Gomes, B.P., Sena, N.T., Vianna, M.E., Ferraz, C.C., Zaia, A.A. ve diğ erleri. (2006) Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 39 (1), 10-17.
235. Turkun, M., Cengiz, T. (1997) The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *International Endodontic Journal*, 30 (5), 335-342.
236. Zehnder, M. (2006) Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32 (5), 389-398.
237. Cunningham, W.T., Balekjian, A.Y. (1980) Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 49 (2), 175-177.

238. Giardino, L., Ambu, E., Savoldi, E., Rimondini, R., Cassanelli, C., Debbia, E.A. (2007) Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Journal of Endodontics*, 33 (7), 852-855.
239. Williamson, A.E., Cardon, J.W., Drake, D.R. (2009) Antimicrobial susceptibility of monoculture biofilms of a clinical isolate of *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 35 (1), 95-97.
240. Pashley, D.H. (1984) Smear layer: physiological considerations. *Operative Dentistry*, 3, 13-29.
241. Sen, B.H., Wesselink, P.R., Turkun, M. (1995) The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *International Endodontic Journal*, 28 (3), 141-148.
242. Goldman, M., Goldman, L.B., Cavaleri, R., Bogis, J., Lin, P.S. (1982) The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *Journal of Endodontics*, 8 (11), 487-492.
243. Von Der Fehr, F.R., B., N.Ö. (1963) Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentine. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 16, 199-205.
244. Serper, A., Calt, S. (2002) The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *Journal of Endodontics*, 28 (7), 501-502.
245. Haapasalo, M., Qian, W., Shen, Y. (2012) Irrigation: beyond the smear layer. *Endodontic Topics*, 27, 35-53.
246. Niu, W., Yoshioka, T., Kobayashi, C., Suda, H. (2002) A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *International Endodontic Journal*, 35 (11), 934-939.
247. Cehreli, Z.C., Uyanik, M.O., Nagas, E., Tuncel, B., Er, N., Comert, F.D. (2013) A comparison of residual smear layer and erosion following different endodontic irrigation protocols tested under clinical and laboratory conditions. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71 (5), 1261-1266.



248. Ates, M., Akdeniz, B.G., Sen, B.H. (2005) The effect of calcium chelating or binding agents on *Candida albicans*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 100 (5), 626-630.
249. Sen, B.H., Akdeniz, B.G., Denizci, A.A. (2000) The effect of ethylenediamine-tetraacetic acid on *Candida albicans*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 90 (5), 651-655.
250. Stojicic, S., Shen, Y., Qian, W., Johnson, B., Haapasalo, M. (2012) Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *International Endodontic Journal*, 45 (4), 363-371.
251. Grawehr, M., Sener, B., Waltimo, T., Zehnder, M. (2003) Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *International Endodontic Journal*, 36 (6), 411-417.
252. Athanassiadis, B., Abbott, P.V., Walsh, L.J. (2007) The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Australian Dental Journal* 52 (1 Suppl), S64-82.
253. Haapasalo, M., Endal, U., Zandi, H., J., C. (2005) Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*, 10, 71-102.
254. Gomes, B.P., Ferraz, C.C., Vianna, M.E., Berber, V.B., Teixeira, F.B., Souza-Filho, F.J. (2001) In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 34 (6), 424-428.
255. White, R.R., Hays, G.L., Janer, L.R. (1997) Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *Journal of Endodontics*, 23 (4), 229-231.
256. Leonardo, M.R., Tanomaru Filho, M., Silva, L.A., Nelson Filho, P., Bonifacio, K.C., Ito, I.Y. (1999) In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *Journal of Endodontics*, 25 (3), 167-171.
257. Hariharan, V.S., Nandlal, B., Srilatha, K.T. (2010) Efficacy of various root canal irrigants on removal of smear layer in the primary root canals after hand

- instrumentation: a scanning electron microscopy study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 28 (4), 271-277.
258. Chow, T.W. (1983) Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *Journal of Endodontics*, 9 (11), 475-479.
259. van der Sluis, L.W., Versluis, M., Wu, M.K.,Wesselink, P.R. (2007) Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*, 40 (6), 415-426.
260. Richmann, R.J. (1957) The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *Medical Dental Journal*, 12, 12-18.
261. Stock, C.J. (1991) Current status of the use of ultrasound in endodontics. *International Dental Journal*, 41 (3), 175-182.
262. Spoorthy, E., Velmurugan, N., Ballal, S.,Nandini, S. (2013) Comparison of irrigant penetration up to working length and into simulated lateral canals using various irrigating techniques. *International Endodontic Journal*, 46 (9), 815-822.
263. Weller, R.N., Brady, J.M.,Bernier, W.E. (1980) Efficacy of ultrasonic cleaning. *Journal of Endodontics*, 6 (9), 740-743.
264. Ahmad, M., Pitt Ford, T.J.,Crum, L.A. (1987) Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *Journal of Endodontics*, 13 (10), 490-499.
265. Walmsley, A.D. (1987) Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *International Endodontic Journal*, 20 (3), 105-111.
266. Leighton, T.G. (1994). *The Acoustic Bubble* (c. 10). New York: Academic Press.
267. Lee, S.J., Wu, M.K.,Wesselink, P.R. (2004) The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *International Endodontic Journal*, 37 (10), 672-678.

268. Spoleti, P., Siragusa, M., Spoleti, M.J. (2003) Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *Journal of Endodontics*, 29 (1), 12-14.
269. Goodman, A., Reader, A., Beck, M., Melfi, R., Meyers, W. (1985) An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 11 (6), 249-256.
270. Gutarts, R., Nusstein, J., Reader, A., Beck, M. (2005) In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 31 (3), 166-170.
271. Mayer, B.E., Peters, O.A., Barbakow, F. (2002) Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal*, 35 (7), 582-589.
272. Cameron, J.A. (1988) The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *Journal of Endodontics*, 14 (11), 554-559.
273. van der Sluis, L.W., Gambarini, G., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (2006) The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*, 39 (6), 472-476.
274. Passarinho-Neto, J.G., Marchesan, M.A., Ferreira, R.B., Silva, R.G., Silva-Sousa, Y.T., Sousa-Neto, M.D. (2006) In vitro evaluation of endodontic debris removal as obtained by rotary instrumentation coupled with ultrasonic irrigation. *Australian Endodontic Journal* 32 (3), 123-128.
275. Druttman, A.C., Stock, C.J. (1989) An in vitro comparison of ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. *International Endodontic Journal*, 22 (4), 174-178.
276. Macedo, R.G., Verhaagen, B., Wesselink, P.R., Versluis, M., van der Sluis, L.W. (2014) Influence of refreshment/activation cycles and temperature rise on the reaction rate of sodium hypochlorite with bovine dentine during

- ultrasonic activated irrigation. *International Endodontic Journal*, 47 (2), 147-154.
277. van der Sluis, L., Wu, M.K.,Wesselink, P. (2009) Comparison of 2 flushing methods used during passive ultrasonic irrigation of the root canal. *Quintessence International*, 40 (10), 875-879.
278. Bodrumlu, E.,Tunga, U. (2007) Coronal sealing ability of a new root canal filling material. *Journal of Canadian Dental Association*, 73 (7), 623.
279. Wolanek, G.A., Loushine, R.J., Weller, R.N., Kimbrough, W.F.,Volkman, K.R. (2001) In vitro bacterial penetration of endodontically treated teeth coronally sealed with a dentin bonding agent. *Journal of Endodontics*, 27 (5), 354-357.
280. Grossman, L. (1966). *Endodontic practice* (6th bs.). Philadelphia: Lea & Febiger.
281. Stratton, R.K., Apicella, M.J.,Mines, P. (2006) A fluid filtration comparison of gutta-percha versus Resilon, a new soft resin endodontic obturation system. *Journal of Endodontics*, 32 (7), 642-645.
282. Ingle JI, B.L. (1994). *Endodontics*.4th edition: A Lea&Febiger Book Williams&Wilkins.
283. Goodman, A., Schilder, H.,Aldrich, W. (1974) The thermomechanical properties of gutta-percha. II. The history and molecular chemistry of gutta-percha. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 37 (6), 954-961.
284. Goodman, A., Schilder, H.,Aldrich, W. (1981) The thermomechanical properties of gutta-percha. Part IV. A thermal profile of the warm gutta-percha packing procedure. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 51 (5), 544-551.
285. Pascon, E.A.,Spangberg, L.S. (1990) In vitro cytotoxicity of root canal filling materials: 1. Gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 16 (9), 429-433.

286. Hunter, K.R., Doblecki, W., Pelleu, G.B., Jr. (1991) Halothane and eucalyptol as alternatives to chloroform for softening gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 17 (7), 310-311.
287. Schilder, H. (2006) Filling root canals in three dimensions. 1967. *Journal of Endodontics*, 32 (4), 281-290.
288. Siqueira, J.F., Jr., da Silva, C.H., Cerqueira, M.d.D., Lopes, H.P., de Uzeda, M. (1998) Effectiveness of four chemical solutions in eliminating *Bacillus subtilis* spores on gutta-percha cones. *Endodontics and Dental Traumatology*, 14 (3), 124-126.
289. Short, R.D., Dorn, S.O., Kuttler, S. (2003) The crystallization of sodium hypochlorite on gutta-percha cones after the rapid-sterilization technique: an SEM study. *Journal of Endodontics*, 29 (10), 670-673.
290. Shipper, G., Orstavik, D., Teixeira, F.B., Trope, M. (2004) An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *Journal of Endodontics*, 30 (5), 342-347.
291. Lotfi, M., Ghasemi, N., Rahimi, S., Vosoughhosseini, S., Saghiri, M.A., Shahidi, A. (2013) Resilon: A Comprehensive Literature Review. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 7 (3), 119-130.
292. Teixeira, F.B. (2006) Ideal obturation using synthetic root-filling systems: coronal sealing and fracture resistance. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry* 18 (3), S7-11.
293. Skidmore, L.J., Berzins, D.W., Bahcall, J.K. (2006) An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 32 (10), 963-966.
294. Tay, F.R., Loushine, R.J., Weller, R.N., Kimbrough, W.F., Pashley, D.H., Mak, Y.F. ve diğ erleri. (2005) Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *Journal of Endodontics*, 31 (7), 514-519.

295. Hanada, T., Quevedo, C.G., Okitsu, M., Yoshioka, T., Iwasaki, N., Takahashi, H. ve diğ erleri. (2010) Effects of new adhesive resin root canal filling materials on vertical root fractures. *Australian Endodontic Journal* 36 (1), 19-23.
296. Shipper, G., Teixeira, F.B., Arnold, R.R., Trope, M. (2005) Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. *Journal of Endodontics*, 31 (2), 91-96.
297. Teixeira, F.B., Teixeira, E.C., Thompson, J., Leinfelder, K.F., Trope, M. (2004) Dentinal bonding reaches the root canal system. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 16 (6), 348-354; discussion 354.
298. Orstavik, D. (2005) Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics*, 12, 25-38.
299. Tarhan-Calt, S., Uzunoglu, E. (2010) Root Canal filling Materials. *Journal of Dental Sciences*, 1, 1-15.
300. Schroeder, A. (1954) [The impermeability of root canal filling material and first demonstrations of new root filling materials]. *Schweizerische Monatsschrift fur Zahnheilkunde = Revue mensuelle suisse d'odontostomatologie / SSO*, 64 (9), 921-931.
301. Gogos, C., Economides, N., Stavrianos, C., Kolokouris, I., Kokorikos, I. (2004) Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentin. *Journal of Endodontics*, 30 (4), 238-240.
302. Leonardo, M.R., Bezerra da Silva, L.A., Filho, M.T., Santana da Silva, R. (1999) Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 88 (2), 221-225.
303. Spangberg, L.S., Barbosa, S.V., Lavigne, G.D. (1993) AH 26 releases formaldehyde. *Journal of Endodontics*, 19 (12), 596-598.
304. Koch, M.J. (1999) Formaldehyde release from root-canal sealers: influence of method. *International Endodontic Journal*, 32 (1), 10-16.

305. Razmi, H., Parvizi, S., Khorshidian, A. (2010) Comparison of AH26 Physicochemical Properties with Two AH26/Antibiotic Combinations. *Iranian Endodontic Journal* 5(1), 6-10.
306. Schweikl, H., Schmalz, G. (1991) Evaluation of the mutagenic potential of root canal sealers using the Salmonella/microsome assay. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine* 2(3), 181-185.
307. Lee, K.W., Williams, M.C., Camps, J.J., Pashley, D.H. (2002) Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 28 (10), 684-688.
308. Gesi, A., Raffaelli, O., Goracci, C., Pashley, D.H., Tay, F.R., Ferrari, M. (2005) Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *Journal of Endodontics*, 31 (11), 809-813.
309. Grossman, L.I. (1976) Physical properties of root canal cements. *Journal of Endodontics*, 2 (6), 166-175.
310. Orstavik, D., Nordahl, I., Tibballs, J.E. (2001) Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dental Materials*, 17 (6), 512-519.
311. McMichen, F.R., Pearson, G., Rahbaran, S., Gulabivala, K. (2003) A comparative study of selected physical properties of five root-canal sealers. *International Endodontic Journal*, 36 (9), 629-635.
312. Gorduysus, M., Avcu, N. (2009) Evaluation of the radiopacity of different root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 108 (3), e135-140.
313. Huang, T.H., Lii, C.K., Chou, M.Y., Kao, C.T. (2000) Lactate dehydrogenase leakage of hepatocytes with AH26 and AH Plus sealer treatments. *Journal of Endodontics*, 26 (9), 509-511.
314. Teixeira, F.B., Teixeira, E.C., Thompson, J.Y., Trope, M. (2004) Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *The Journal of the American Dental Association*, 135 (5), 646-652.

315. Gutmann, J.L. (1993) Adaptation of injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of the dentinal smear layer. *International Endodontic Journal*, 26 (2), 87-92.
316. Gutmann, J.L., Witherspoon, D.E. (2002). Obturation of the cleaned and shaped root canal system. S. Cohen & R. C. Burns (Ed.). *Pathways of the pulp* (8th bs., s. 293-364): Mosby, Inc
317. Pommel, L., Jacquot, B., Camps, J. (2001) Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. *Journal of Endodontics*, 27 (5), 347-350.
318. Lucena-Martin, C., Ferrer-Luque, C.M., Gonzalez-Rodriguez, M.P., Robles-Gijon, V., Navajas-Rodriguez de Mondelo, J.M. (2002) A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. *Journal of Endodontics*, 28 (6), 423-426.
319. Timpawat, S., Vongsavan, N., Messer, H.H. (2001) Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. *Journal of Endodontics*, 27 (5), 351-353.
320. Barthel, C.R., Moshonov, J., Shuping, G., Orstavik, D. (1999) Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *International Endodontic Journal*, 32 (5), 370-375.
321. Miletic, I., Prpic-Mehicic, G., Marsan, T., Tambic-Andrasevic, A., Plesko, S., Karlovic, Z. ve diğerleri. (2002) Bacterial and fungal microleakage of AH26 and AH Plus root canal sealers. *International Endodontic Journal*, 35 (5), 428-432.
322. Wu, M.K., De Gee, A.J., Wesselink, P.R. (1994) Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *International Endodontic Journal*, 27 (5), 233-238.
323. Pommel, L., About, I., Pashley, D., Camps, J. (2003) Apical leakage of four endodontic sealers. *Journal of Endodontics*, 29 (3), 208-210.



324. Pommel, L., Camps, J. (2001) Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. *Journal of Endodontics*, 27 (4), 256-258.
325. Verissimo, D.M., do Vale, M.S. (2006) Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *Journal of Oral Science*, 48 (3), 93-98.
326. Derkson, G.D., Pashley, D.H., Derkson, M.E. (1986) Microleakage measurement of selected restorative materials: a new in vitro method. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 56 (4), 435-440.
327. Pashley, E.L., Tao, L., Pashley, D.H. (1988) The sealing properties of temporary filling materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 60 (3), 292-297.
328. Wu, M.K., Wesselink, P.R. (1993) Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *International Endodontic Journal*, 26 (1), 37-43.
329. Cobankara, F.K., Adanir, N., Belli, S., Pashley, D.H. (2002) A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *International Endodontic Journal*, 35 (12), 979-984.
330. Miletic, I., Ribaric, S.P., Karlovic, Z., Jukic, S., Bosnjak, A., Anic, I. (2002) Apical leakage of five root canal sealers after one year of storage. *Journal of Endodontics*, 28 (6), 431-432.
331. Schneider, S.W. (1971) A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 32 (2), 271-275.
332. Reyes-Carmona, J.F., Felipe, M.S., Felipe, W.T. (2010) A phosphate-buffered saline intracanal dressing improves the biomineralization ability of mineral trioxide aggregate apical plugs. *Journal of Endodontics*, 36 (10), 1648-1652.

333. Wiseman, A., Cox, T.C., Paranjpe, A., Flake, N.M., Cohenca, N., Johnson, J.D. (2011) Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *Journal of Endodontics*, 37 (2), 235-238.
334. Nagas, E., Uyanik, M.O., Eymirli, A., Cehreli, Z.C., Vallittu, P.K., Lassila, L.V. ve diğ erleri. (2012) Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *Journal of Endodontics*, 38 (2), 240-244.
335. Pashley, D.H., Andringa, H.J., Derkson, G.D., Derkson, M.E., Kalathoor, S.R. (1987) Regional variability in the permeability of human dentine. *Archives of Oral Biology*, 32 (7), 519-523.
336. Mente, J., Hage, N., Pfefferle, T., Koch, M.J., Dreyhaupt, J., Staehle, H.J. ve diğ erleri. (2009) Mineral trioxide aggregate apical plugs in teeth with open apical foramina: a retrospective analysis of treatment outcome. *Journal of Endodontics*, 35 (10), 1354-1358.
337. Banchs, F., Trope, M. (2004) Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? *Journal of Endodontics*, 30 (4), 196-200.
338. Thibodeau, B., Trope, M. (2007) Pulp revascularization of a necrotic infected immature permanent tooth: case report and review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 29 (1), 47-50.
339. Trope, M. (2010) Treatment of the immature tooth with a non-vital pulp and apical periodontitis. *Dental Clinics of North America*, 54 (2), 313-324.
340. Jung, I.Y., Lee, S.J., Hargreaves, K.M. (2008) Biologically based treatment of immature permanent teeth with pulpal necrosis: a case series. *Journal of Endodontics*, 34 (7), 876-887.
341. Garcia-Godoy, F., Murray, P.E. (2012) Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. *Dental Traumatology* 28 (1), 33-41.

342. Al Ansary, M.A., Day, P.F., Duggal, M.S., Brunton, P.A. (2009) Interventions for treating traumatized necrotic immature permanent anterior teeth: inducing a calcific barrier & root strengthening. *Dental Traumatology* 25 (4), 367-379.
343. Coviello, J., Brilliant, J.D. (1979) A preliminary clinical study on the use of tricalcium phosphate as an apical barrier. *Journal of Endodontics*, 5 (1), 6-13.
344. Pitts, D.L., Jones, J.E., Oswald, R.J. (1984) A histological comparison of calcium hydroxide plugs and dentin plugs used for the control of Gutta-percha root canal filling material. *Journal of Endodontics*, 10 (7), 283-293.
345. Cehreli, Z.C., Sara, S., Uysal, S., Turgut, M.D. (2011) MTA apical plugs in the treatment of traumatized immature teeth with large periapical lesions. *Dental Traumatology* 27 (1), 59-62.
346. Van der Sluis, L.W., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (2005) An evaluation of the quality of root fillings in mandibular incisors and maxillary and mandibular canines using different methodologies. *Journal of Dentistry*, 33 (8), 683-688.
347. Wu, M.K., Wesselink, P.R., Boersma, J. (1995) A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. *International Endodontic Journal*, 28 (4), 185-189.
348. Gillespie, W.T., Loushine, R.J., Weller, R.N., Mazzoni, A., Doyle, M.D., Waller, J.L. ve diğ erleri. (2006) Improving the performance of EndoREZ root canal sealer with a dual-cured two-step self-etch adhesive. II. Apical and coronal seal. *Journal of Endodontics*, 32 (8), 771-775.
349. Youngson, C.C., Jones, J.C., Fox, K., Smith, I.S., Wood, D.J., Gale, M. (1999) A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. *Journal of Dentistry*, 27 (3), 223-233.
350. Stuart, C.H., Schwartz, S.A., Beeson, T.J. (2006) Reinforcement of immature roots with a new resin filling material. *Journal of Endodontics*, 32 (4), 350-353.

351. Hemalatha, H., Sandeep, M., Kulkarni, S., Yakub, S.S. (2009) Evaluation of fracture resistance in simulated immature teeth using Resilon and Ribbond as root reinforcements--an in vitro study. *Dental Traumatology* 25 (4), 433-438.
352. Andreasen, J.O., Munksgaard, E.C., Bakland, L.K. (2006) Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. *Dental Traumatology*, 22 (3), 154-156.
353. Hatibovic-Kofman, S., Raimundo, L., Zheng, L., Chong, L., Friedman, M., Andreasen, J.O. (2008) Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. *Dental Traumatology* 24 (3), 272-276.
354. Bortoluzzi, E.A., Souza, E.M., Reis, J.M., Esberard, R.M., Tanomaru-Filho, M. (2007) Fracture strength of bovine incisors after intra-radicular treatment with MTA in an experimental immature tooth model. *International Endodontic Journal*, 40 (9), 684-691.
355. Wilkinson, K.L., Beeson, T.J., Kirkpatrick, T.C. (2007) Fracture resistance of simulated immature teeth filled with resilon, gutta-percha, or composite. *Journal of Endodontics*, 33 (4), 480-483.
356. Sjögren, U., Figdor, D., Spangberg, L., Sundqvist, G. (1991) The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *International Endodontic Journal*, 24 (3), 119-125.
357. Orstavik, D., Haapasalo, M. (1990) Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endodontics and Dental Traumatology*, 6 (4), 142-149.
358. Margelos, J., Eliades, G., Verdelis, C., Palaghias, G. (1997) Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *Journal of Endodontics*, 23 (1), 43-48.

359. Calt, S., Serper, A. (1999) Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 25 (6), 431-433.
360. Kim, S.K., Kim, Y.O. (2002) Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *International Endodontic Journal*, 35 (7), 623-628.
361. Salgado, R.J., Moura-Netto, C., Yamazaki, A.K., Cardoso, L.N., de Moura, A.A., Prokopowitsch, I. (2009) Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication removal: microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 107 (4), 580-584.
362. Lambrianidis, T., Kosti, E., Boutsoukis, C., Mazinis, M. (2006) Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. *International Endodontic Journal*, 39 (1), 55-61.
363. Da Silva, J.M., Silveira, A., Santos, E., Prado, L., Pessoa, O.F. (2011) Efficacy of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and phosphoric acid in calcium hydroxide removal from the root canal: a microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 112 (6), 820-824.
364. Holland, R., Alexandre, A.C., Murata, S.S., dos Santos, C.A., Dezan Junior, E. (1995) Apical leakage following root canal dressing with calcium hydroxide. *Endodontics & Dental Traumatology*, 11 (6), 261-263.
365. Porkaew, P., Retief, D.H., Barfield, R.D., Lacefield, W.R., Soong, S.J. (1990) Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. *Journal of Endodontics*, 16 (8), 369-374.
366. Holland, R., Murata, S.S., Dezan, E., Garlipp, O. (1996) Apical leakage after root canal filling with an experimental calcium hydroxide gutta-percha point. *Journal of Endodontics*, 22 (2), 71-73.
367. Ram, Z. (1977) Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 44 (2), 306-312.

368. Wu, M.K.,Wesselink, P.R. (2001) A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *International Endodontic Journal*, 34 (2), 137-141.
369. Huang, T.Y., Gulabivala, K.,Ng, Y.L. (2008) A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *International Endodontic Journal*, 41 (1), 60-71.
370. Rödiger, T., Hirschleib, M., Zapf, A.,Hulsmann, M. (2011) Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. *International Endodontic Journal*, 44 (12), 1155-1161.
371. Fuks, A.B.,Heling, I. (2009). Erken daimi dişlenme döneminde pulpa tedavisi. T. Tortop & Ö. Tulunoğlu (Ed.). Çocuk Diş Hekimliği Bebeklikten Ergenliğe. Ankara: Atlas Kitapçılık
372. Dogan, H.,Çalt, S. (2001) Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *Journal of Endodontics*, 27 (9), 578-580.
373. Marending, M., Paque, F., Fischer, J.,Zehnder, M. (2007) Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. *Journal of Endodontics*, 33 (11), 1325-1328.
374. Zhang, K., Tay, F.R., Kim, Y.K., Mitchell, J.K., Kim, J.R., Carrilho, M. ve diğerleri. (2010) The effect of initial irrigation with two different sodium hypochlorite concentrations on the erosion of instrumented radicular dentin. *Dental Materials* 26 (6), 514-523.
375. Çalışkan, M.K. (2006). Kök gelişimini tamamlamamış sürekli dişlerde uygulanan tedavi yöntemleri. Endodontide Tanı ve Tedaviler (c. 25). İstanbul: Nobel Yayıncılık
376. Raldi, D.P., Mello, I., Habitante, S.M., Lage-Marques, J.L.,Coil, J. (2009) Treatment options for teeth with open apices and apical periodontitis. *Journal of Canadian Dental Association*, 75 (8), 591-596.

377. Gu, L.S., Kim, J.R., Ling, J., Choi, K.K., Pashley, D.H., Tay, F.R. (2009) Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*, 35 (6), 791-804.
378. Cheung, G.S., Stock, C.J. (1993) In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *International Endodontic Journal*, 26 (6), 334-343.
379. Jensen, S.A., Walker, T.L., Hutter, J.W., Nicoll, B.K. (1999) Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *Journal of Endodontics*, 25 (11), 735-738.
380. McComb, D., Smith, D.C., Beagrie, G.S. (1976) The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation--a scanning electron microscopic study. *Journal of the British Endodontic Society*, 9 (1), 11-18.
381. Van der Sluis, L.W., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (2005) The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *International Endodontic Journal*, 38 (10), 764-768.
382. Lee, S.J., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (2004) The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals. *International Endodontic Journal*, 37 (9), 607-612.
383. Rödig, T., Bozkurt, M., Konietschke, F., Hulsmann, M. (2010) Comparison of the Vibringe system with syringe and passive ultrasonic irrigation in removing debris from simulated root canal irregularities. *Journal of Endodontics*, 36 (8), 1410-1413.
384. Agrawal, V.S., Kapoor, S. (2012) An in vitro scanning electron microscopic study comparing the efficacy of passive ultrasonic and syringe irrigation methods using sodium hypochlorite in removal of debris from the root canal system. *Journal of the Irish Dental Association*, 58 (3), 156-161.

385. De Leimburg, M.L., Angeretti, A., Ceruti, P., Lendini, M., Pasqualini, D., Berutti, E. (2004) MTA obturation of pulpless teeth with open apices: bacterial leakage as detected by polymerase chain reaction assay. *Journal of Endodontics*, 30 (12), 883-886.
386. Lamb, E.L., Loushine, R.J., Weller, R.N., Kimbrough, W.F., Pashley, D.H. (2003) Effect of root resection on the apical sealing ability of mineral trioxide aggregate. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 95 (6), 732-735.
387. Schwartz, R.S., Mauger, M., Clement, D.J., Walker, W.A., 3rd. (1999) Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 130 (7), 967-975.
388. Alacam, A. (2000). Kök ucu kapanmamış genç sürekli dişlerde kök gelişiminin teşviki ve tedavi yöntemleri (2 bs., c. 30). Ankara Barış Yayıncılık.
389. D'Arcangelo, C., D'Amario, M. (2007) Use of MTA for orthograde obturation of nonvital teeth with open apices: Report of two cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 104 (4), e98-101.
390. Menezes, R., Bramante, C.M., Letra, A., Carvalho, V.G., Garcia, R.B. (2004) Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements as wound dressings. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 98 (3), 376-379.
391. Hashem, A.A., Hassanien, E.E. (2008) ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: sealability study. *Journal of Endodontics*, 34 (1), 59-61.
392. Saleh, I.M., Ruyter, I.E., Haapasalo, M., Orstavik, D. (2008) Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. *International Endodontic Journal*, 41 (1), 32-40.



393. Pitout, E., Oberholzer, T.G., Blignaut, E., Molepo, J. (2006) Coronal leakage of teeth root-filled with gutta-percha or Resilon root canal filling material. *Journal of Endodontics*, 32 (9), 879-881.
394. Shemesh, H., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (2006) Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal ex vivo study. *International Endodontic Journal*, 39 (12), 968-976.
395. Skinner, R.L., Himel, V.T. (1987) The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha with and without the use of sealers. *Journal of Endodontics*, 13 (7), 315-317.
396. De Gee, A.J., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (1994) Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. *International Endodontic Journal*, 27 (5), 239-244.
397. Tunga, U., Bodrumlu, E. (2006) Assessment of the sealing ability of a new root canal obturation material. *Journal of Endodontics*, 32 (9), 876-878.

## EKLER

### EK 1. Etik Kurul Kararı



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR**  
**DEĞERLENDİRME KOMİSYONU**

Tıp Fakültesi Dekanlığı 06100 Sıhhiye-Ankara  
Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580  
E-posta: selmak@hacettepe.edu.tr

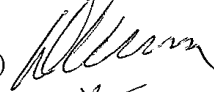

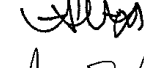
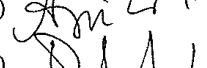
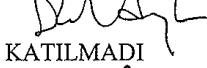
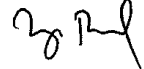
Sayı: B.30.2.HAC.0.20.05.04 / 376

12 Temmuz 2010

#### ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

**Toplantı Tarihi** : 24 HAZİRAN 2010 PERŞEMBE  
**Toplantı No** : 2010/3  
**Proje No** : FON 10/10  
**Karar No** : FON 10/10 -33

Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Zafer Çehreli'nin sorumlu araştırmacısı olduğu, Dt. Ayşe Sezgi Sara ile birlikte çalışacakları FON 10/10 kayıt numaralı ve "**Kanal İçi Kalsiyum Hidroksit Uygulanmış Dişlerde Apikal Bariyerli Kanal Dolgularının Sızdırmazlık Direncinin İncelenmesi**" başlıklı proje önerisi Komisyonumuzda değerlendirilmiş olup, uygun bulunmuştur.

1. Prof. Dr. Rüştü Onur (Başkan) 
2. Prof. Dr. Murat Yurdakök (Üye) 
3. Prof. Dr. İbrahim Haznedaroğlu (Üye) 
4. Prof. Dr. Arzu Topeli İskit (Üye) 
5. Prof. Dr. Erdem Aydın (Üye) 
6. Prof. Dr. İnci Erdemli (Üye) KATILMADI
7. Prof. Dr. Tanju Besler (Üye) 
8. Prof. Dr. Haydar A. Demirel (Üye) KATILMADI
9. Prof. Dr. Zafer Çehreli (Üye) KATILMADI
10. Prof. Dr. Osman Abbasoğlu (Üye) KATILMADI
11. Av. Meltem Onurlu. (Üye) 