



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**FARKLI YÖNTEMLERLE AÇILAN RETROGRAD
KAVİTELERDE RETROGRAD DOLGU MADDELERİNİN
BAKTERİYEL SIZINTILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Funda YILMAZ KARAN

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Bade SONAT**

2013-ANKARA

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI YÖNTEMLERLE AÇILAN RETROGRAD
KAVİTELERDE RETROGRAD DOLGU MADDELERİNİN
BAKTERİYEL SIZINTILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Funda YILMAZ KARAN

ENDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Bade SONAT

2013-ANKARA

Kabul ve Onay

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Endodonti Doktora Programı

Çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: / /2013

Ünvan, Adı ve Soyadı
Üniversite
Jüri Başkanı

Ünvanı, Adı ve Soyadı
Üniversite
Raportör

Ünvanı, Adı ve Soyadı
Üniversite

Ünvanı, Adı ve Soyadı
Üniversite

Ünvanı, Adı ve Soyadı
Üniversite

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vii
Simgeler ve Kısaltmalar	ix
Şekiller	xi
Çizelgeler	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Apikal Cerrahi	3
1.1.2. Apikal Rezeksiyon	3
1.1.3. Retrograd Kavite Preparasyonu	4
1.1.3.1. Konvansiyonel Kök-ucu Preparasyonu	5
1.1.3.2. Ultrasonik Kök-ucu Preparasyonu	5
1.2. Lazerin Tanımı ve Doku Etkileşimi	7
1.2.1. Diş Hekimliğinde Kullanılan Lazer Dalga Boyları	9
1.2.1.1. Argon Lazerler	9
1.2.1.2. Nd:YAG Lazerler	10
1.2.1.3. CO ₂ Lazerler	10
1.2.1.4. Diod Lazerler	11
1.2.1.5. Excimer Lazerler	11
1.2.1.6. Erbiyum Lazerler	12
1.2.1.6.1. Erbiyum sınıfı lazerler	12
1.2.2. Apikal Cerrahide Lazer Kullanımı	13
1.3. Retrograd Dolgu Materyalleri	14
1.3.1. Amalgam	16
1.3.2. Cam İyonomer Siman	16
1.3.3. Çinko Oksit Öjenol Siman	17
1.3.4. Super-ethoxy Benzoic Acid (Super EBA)	17
1.3.5. Intermediate Restorative Material (IRM)	18

1.3.6. Mineral Trioksit Agregate (MTA)	18
1.3.7. DiaRoot Bioaggregate	21
1.4. Endodontik Sızıntı	22
1.4.1. Mikrosızıntı inceleme testleri	23
1.4.1.1. Boya penetrasyon testi	24
1.4.1.2. Radyoizotop yöntemi	24
1.4.1.3. Nötron aktivasyon yöntemi	25
1.4.1.4. Elektrokimyasal mikrosızıntı testi	25
1.4.1.5. Basınçlı hava tekniği (sıkıştırılmış hava tekniği)	25
1.4.1.6. Sıvı filtrasyon testi	25
1.4.1.7. Glikoz penetrasyon testi	26
1.4.1.8. Mikroskopik inceleme yöntemleri	26
1.4.1.9. Endotoksin penetrasyon testi	27
1.4.1.10 Gaz Kromatografi Tekniği	27
1.4.1.11. Bakteriyeel sızıntı testi	28
2. GEREÇ VE YÖNTEM	32
2.1. Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması	32
2.1.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	32
2.1.2. Kök Kanallarının Doldurulması	33
2.1.3. Deney Gruplarının Oluşturulması	34
2.1.4. Kontrol Gruplarının Oluşturulması	38
2.2. Bakteriyeel Sızıntı Testi	39
2.2.1. Kullanılan Standart Suşlar	39
2.2.2. Kullanılan Besi Yerleri	39
2.2.3. Düzeneğin Hazırlanması	39
2.4. SEM İncelemeleri İçin Ayrılan Örneklerin Hazırlanması	42
2.5. İstatistiksel Analiz	42
3. BULGULAR	44
3.1. Bakteriyeel Sızıntı Testi Bulguları	44
3.2. İstatistiksel Değerlendirme	47
3.2.1. Yöntem grupları arası karşılaştırma	48
3.2.2. Materyaller arası karşılaştırma	48

3.2.3. Grupların çoklu karşılaştırılmaları	49
3.3. SEM Bulguları	57
4. TARTIŞMA	66
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	82
ÖZET	85
SUMMARY	86
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	100

ÖNSÖZ

Farklı yöntemlerle açılan retrograd kavitelere retrograd dolgu maddelerinin bakteriyel sızıntılarının değerlendirildiği tez çalışmamda, apikal cerrahi işlem yapılması gereken dişlerde, apikal rezeksiyon sonrası, üç ayrı yöntem kullanılarak oluşturulan retrograd kavitelere, uygun tekniklerle yerleştirilmiş iki ayrı retrograd dolgu maddesinin, apikal sızdırmazlıkları değerlendirildi. Araştırmamızda bakteriyel sızıntı testinde inatçı enfeksiyonlarda başlıca rol oynayan iki ayrı bakteri türü kullanıldı. Böylece farklı yöntemlerle retrograd kavite oluşturulmasının sızdırmazlığa etkisi olup olmadığı da karşılaştırıldı.

Gerek tez çalışmamın, gerekse doktora eğitimimin her aşamasında fikirleri ile yol gösteren, bilgisi ve hoşgörüsüyle her zaman bana destek olan değerli hocam, tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Bade SONAT'a,

Tezimin başlangıcından bitimine kadar önerileri ve yardımları ile bana yol gösteren ve doktora eğitimim süresince bana her konuda destek olan, sevgisini hissettiğim değerli hocam Sayın Prof. Dr. Dilek DALAT'a,

Doktora eğitimime başladığım andan itibaren desteğini ve hoşgörüsünü her zaman hissettiğim hocam, Sayın Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Fatma Gül ZIRAMAN'a,

Bakteriyel sızıntı çalışmamın, mikrobiyoloji deneylerinin yapılmasında yardımcı olan, bilgi ve deneyimi ile yol gösteren Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Müjgan İZGÜR, Veteriner Hekimler Oya TEKİN ve Orkun BABACAN'a

Tez izleme komitemde olup, tezimle ilgili bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Bahar ÖZÇELİK'e,

Doktora eğitimim süresince bilimsel ve mesleki tecrübelerinden yararlandığım Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri'ne,

Doktora eğitimim süresince burs vererek maddi desteği sağlayan TÜBİTAK'a,

Desteklerini her zaman hissettiğim tüm asistan arkadaşlarıma,

Tezimin hazırlanmasının her aşamasında anlayış ve özveriyle hep yanımda olan ailem ve eşime teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre
°C	Derece santigrat
Al	Alüminyum
Ar	Arsenid
Ark	Arkadaşları
BHI	Beyin Kalp Infüzyon
Ca	Kalsiyum
CİS	Cam iyonomer siman
CO ₂	Karbondioksit
Dak	Dakika
DiaRoot	DiaRoot BioAggregate
<i>E. faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
EDTA	Etilendiamintetraasetik asit
Er: Cr: YSGG	Erbiyum: Chromium; Yittrium-Scandium-Galium-Garnet
Er: YSGG	Erbiyum: Yittrium -Scandium-Galium-Garnet
Er: YAG	Erbiyum: Yittrium, Alüminyum-Garnet
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Yönetimi
Ga	Galium
In	İndium
J	Joule
IRM	Intermediate Restorative Material
kHz	Kilohertz
Hz	Hertz
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MPa	Megapascal

Nd: YAG	Neodymium-doped yttrium aluminum garnet
nm	Nanometre
Mn	Manganez
MTA	Mineral Trioksit Aggregate
NaOCl	Sodyum hipoklorit
NiTi	Nikel Titanyum
pH	Power of hydrogen
PCR	Polimeraz zincir reaksiyonu
SEM	Scanning Elektron Mikroskop
<i>S. aureus</i>	<i>Stafilacoccus aureus</i>
Super EBA	Super-ethoxy Benzoic Acid
W	Watt

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Lazerin temel mekanizması	8
Şekil 1.2. Lazer dalga boylarını gösteren elektromanyetik spektrumun bir bölümü	9
Şekil 2.1. Apikal 3 mm si kesilmiş dişlere örnekler.	34
Şekil 2.2. Retropreparasyonda kullanılan elmas rond frez.	34
Şekil 2.3. Retropreparasyonda kullanılan ultrasonik uç.	35
Şekil 2.4. Er:YAG lazer cihazı	35
Şekil 2.5. 600µm çapında lazer uç.	36
Şekil 2.6. Kavite derinliğinin ölçülmesi.	36
Şekil 2.7. Frez ile oluşturulmuş retrograd kavite.	37
Şekil 2.8. Lazer ile oluşturulmuş	37
Şekil 2.9. Ultrasonik ile oluşturulmuş retrograd kavite	37
Şekil 2.10. Retrograd dolgu malzemeleri MTA ve DiaRoot BioAggregate	38
Şekil 2.11. Köklerin apikal 2 mm'si sıvı besi yeriyle temas edecek şekilde yerleştirilmesi.	40
Şekil 2.12. Ependorf tüpü İçine yerleştirilen tüpe yerleştirilen diş örneği	40
Şekil 2.13. Köklerin apikal 2 mm'si sıvı besi yeriyle temas edecek şekilde BKI besi yeri içeren cam tüplerin içersine yerleştirilmiş hali.	41
Şekil 2.14. <i>E. faecalis</i> ve <i>S. aureus</i> 'un sızıntısı gözlenen (A) ve gözlenmeyen (B) örnek	42
Şekil 3.1. 90 gün sonunda gruplara göre sızıntı oranları.	46
Şekil 3.2. Grup 1 ile Grup 2'ye göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi	50
Şekil 3.3. Grup 3 ile Grup 4'e göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi	51
Şekil 3.4. Grup 5 ile Grup 6'ya göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi	51
Şekil 3.5. Grup 1 ile Grup 3'e göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi.	52

Şekil 3.6. Grup 2 ile Grup 3'e göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi.	54
Şekil 3.7. Grup 3 ile Grup 6'ya göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi.	55
Şekil 3.8. Pozitif Kontrol Grubu ile tüm Grupların kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi.	56
Şekil 3.9. Retropreperasyonu frez ile oluşturulmuş $\times 25$ büyütmede diş örnekleri (A-B).	58
Şekil 3.10. Retropreperasyonu frez ile oluşturulmuş $\times 100$ büyütmede diş örnekleri (A-B).	58
Şekil 3.11. Retropreperasyonu frezle oluşturulup, retrograd kavitesi DiaRoot BioAggregate ile doldurulmuş diş örneğinin $\times 25$ büyütmede görüntüsü.	59
Şekil 3.12. Retropreperasyonu frezle oluşturulup, retrograd kavitesi DiaRoot BioAggregate ile doldurulmuş diş örneklerinin $\times 200$ büyütmede görüntüsü.	59
Şekil 3.13. Retropreperasyonu frezle oluşturulup, retrograd kavitesi MTA ile doldurulmuş diş örneğinin $\times 25$ ve büyütmede görüntüsü.	60
Şekil 3.14. Retropreperasyonu frezle oluşturulup, retrograd kavitesi MTA ile doldurulmuş diş örneğinin $\times 200$ ve büyütmede görüntüsü.	60
Şekil 3.15. Retropreperasyonu ultrasonikle oluşturulmuş $\times 25$ büyütmede diş örneği.	61
Şekil 3.16. Ultrasonikle oluşturulan retrograd kavitelerin $\times 100$ büyütmede görüntüsü.	61
Şekil 3.17. Retrograd kavitesi DiaRoot ile doldurulmuş diş örneği.	62
Şekil 3.18. Retrograd kavitesi MTA ile doldurulmuş diş örneği.	62
Şekil 3.19. Retrograd kavitesi DiaRoot (A) ve MTA (B) ile doldurulmuş diş örnekleri.	63
Şekil 3.20. Retropreperasyonu lazer ile oluşturulan diş örnekleri $\times 25$ büyütmede görüntüsü.	64
Şekil 3.21. Lazerle açılan retrograd kavitelerin $\times 100$ büyütmede kavite sınırı gözlenmekte.	64

Şekil 3.22. Lazer uygulanmış dentin yüzeyindeki değişimin görüntüsü.	65
Şekil 3.23. Retrograd kavitesi DiaRoot ile doldurulmuş diş örneği (A), retrograd kavitesi MTA ile doldurulmuş diş örneği (B)	65

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. <i>Staphylococcus aureus</i> ve <i>Enterococcus faecalis</i> 'in izolasyon ve identifikasyonunda faydalanılan yapısal ve biyokimyasal özellikler	30
Çizelge 2.1. Deney Gruplarında kullanılan retropreperasyon yöntemi ve retrograd dolgular	38
Çizelge 3.1. Grup 1 (Frez MTA)' de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.	44
Çizelge 3.2. Grup 2 (Frez DiaRoot)' de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.	44
Çizelge 3.3. Grup 3 (Ultrasonik MTA)' de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.	44
Çizelge 3.4. Grup 4 (Ultrasonik DiaRoot)' de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.	45
Çizelge 3.5. Grup 5 (Lazer MTA)' de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.	45
Çizelge 3.6. Grup 6 (Lazer DiaRoot)' de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.	45
Çizelge 3.7. Pozitif kontrol grubunda sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.	45
Çizelge 3.8. Negatif kontrol grubunda sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.	45
Çizelge 3.9. Tüm gruplarda sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve oranları.	46
Çizelge 3.10. Çalışma gruplarına göre 30, 60, 90 günlük kümülatif sızıntı hızları, ortalama sızdırma zamanı ve bu süreye ilişkin %95 güven aralıkları	47
Çizelge 3.11. Yöntem grupları ile sızıntı varlığı arasında istatistiksel olarak gözlenen anlamlı derecedeki bağımlılık	48
Çizelge 3.12. Retrograd dolgu materyali olarak kullanılan MTA veya DiaRoot BioAggregate arasında sızıntı oluşumunun istatistiksel	

değerlendirilmesi	49
Çizelge 3.13. MTA ve DiaRoot BioAggreate kullanılan grupların sızıntı günlerine göre karşılaştırılmaları	49
Çizelge 3.14. Grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması	50
Çizelge 3.15. Grup 1 ile diğer grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması	52
Çizelge 3.16. Grup 2 ile diğer grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması	53
Çizelge 3.17. Grup 3 ile diğer grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması	54
Çizelge 3.18. Grup 4 ile Grup 5 ve Grup 6'nın sızıntı oranlarının karşılaştırılması.	55
Çizelge 3.19. Pozitif Kontrol Grubu ile tüm grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması	56

1. GİRİŞ

Endodontik tedavide amaç; kök kanal sistemindeki tüm organik ve inorganik dokuları uzaklaştırıp iyi bir temizleme ve şekillendirme işlemi yapıldıktan sonra, bu sistemin kalıcı olmasını sağlayacak, biyolojik olarak uyumlu bir kök kanal dolgu materyali ile apikal foramen'e kadar sızdırmaz bir şekilde üç boyutlu olarak doldurulmasıdır. Kök kanal tedavisinde başarısızlık nedeni, çoğunlukla apikal tıkanmanın yetersizliği sonucu oluşan apikal mikrosızıntının olduğu ileri sürülmektedir. Bu tıkama apikal foramende eksiksiz olmalıdır. Aksi halde oluşacak sızıntı tedavinin başarısını olumsuz yönde etkiler (Kaufman ve ark., 1989; Limkangwalmongkol ve ark., 1991; Saunders ve Saunders, 1994; Alighamdi ve Wennberg, 1994; Can ve ark., 1997; Oruçoğlu ve ark., 2005; Çalışkan, 2006).

İyi bir tıkama yapılmış endodontik tedavide başarı oranı % 90-95 oranındadır (Sjogren ve ark., 1990). Ancak kök kanal dolgusu ile kanal dentin duvarı arasındaki boşluklar vasıtasıyla periapikal dokulara geçen irritanlar, kök kanalının şekillendirilmesi ve temizlenmesinden sonra da ortamdan uzaklaştırılamayabilirler. Tekrar tedavinin yapılamadığı durumlar, çeşitli anatomik sapmalar veya prosedural işlem hataları gibi başarısızlık durumunda, dişi ağızda tutabilmek için periradiküler cerrahi uygulaması gerekmektedir. Periradiküler cerrahi; kök ucuna uygun tekniklerle yerleştirilmiş, uygun dolgu materyallerinin bu bölgedeki irritanların çevre dokulara yayılmasını engelleyerek ideal bir apikal tıkama sağlamaktadır. Retrograd kaviteye yerleştirilen dolgu materyali ile, kök kanal sisteminin apikal bölümünün etkili olarak doldurulması ve sızdırmazlığın sağlanması amaçlanır (Tronstad ve ark., 1983; Johnson, 1999; Kim, 2002; Kim ve Kratchman, 2006).

Retrograd dolgu materyalinin ideal bir şekilde yerleştirilebilmesi için apikal rezeksiyon sonrası retrograd kavite preperasyonu uygun form ve boyutlarda hazırlanmalıdır. İdeal bir retrograd kavitenin birbirine paralel duvarlı, I. Sınıf kavite olarak 3 mm derinlikte olması gerektiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir

(Rud ve Andreasen, 1972; Arens, 1991; Abedi ve ark., 1995; Kim ve Kratchman, 2006).

Retrograd kavite preperasyonunda kullanılması amacıyla farklı cihazlar önerilmiştir. Geleneksel retrograd kavite preparasyonu, küçük rond ve tersine konik frezlerin yüksek devirli mikro başlıklarla kullanımıyla yapılmaktadır. Konvansiyonel teknikte; paralel yapılamayan kavite preparasyonu, kök ucuna zor ulaşım, kökün lingual perforasyonu gibi sorunlarla karşılaşılabilir (Carr, 1992; Abedi ve ark., 1995; Pitt Ford, 2003). Endodontik cerrahideki modern teknikte mikroskop, ultrasonik cihazlar ve MTA kullanımı birçok araştırmacı tarafından önerilmektedir (Rubinstein ve Kim, 1999; Rubinstein ve Kim, 2002; Maddalone ve Gagliani, 2003; Saunders, 2008; Creasy ve ark., 2009). Ultrasonik yöntem konvansiyonel frezlerle açılan kavitelere oranla temiz, iyi konumlanmış ve konservatif kavite açılmasını sağlayarak tedavinin kalitesini artırmaktadır (De Lange ve ark., 2007). Son yıllarda lazer teknolojisinin gelişmesi ve kullanımının yaygınlaşmasıyla çok sayıda araştırmacı tarafından, spesifik dalga boylarındaki lazerin dişin sert dokusunu kaldırabildiği gösterilmiştir (Hibst ve Keller, 1989; Keller ve Hibst, 1989).

Endodontik cerrahideki en önemli başarısızlık nedenleri yetersiz apikal tıkama ve kullanılan retrograd dolgu materyalinin özelliklerindeki eksiklikler sonucu oluşan apikal sızıntıdır (Harty ve ark., 1970). Retrograd dolgu maddesinin yerleştirilmesinin amacı kök kanalındaki potansiyel iritanların periradiküler dokulara sızıntısını engelleyerek ideal bir tıkamayı sağlamaktır. Diş hekimliğinde geçmişten günümüze çok çeşitli retrograd dolgu materyalleri kullanılmıştır. Amalgam, cam iyonomer siman, kompozit, çinko oksit öjenol, IRM, Super EBA, polikarboksilat siman, diaket, kavite, gutta-perka altın yaprak ve MTA (Mineral Trioksit Aggregate) bu maddeler arasında sayılabilir (Baker ve Oguntebi, 1990; Kim, 2002). Ayrıca yeni bir materyal olan DiaRoot BioAggregate'in retrograd dolgu materyali olarak kullanımı da son yıllarda önerilmiştir (Leal ve ark., 2011).

1.1. Apikal Cerrahi

Apikal cerrahi; kök kanal tedavisinin yenilenmediği ve başarısızlık durumlarında kök kanalından elimine edilememiş endodontik patojenleri uzaklaştırmak ve kök çevresindeki dokuların sağlığını koruyarak dişi ağızda tutmayı sağlayan bir tedavi yöntemidir (Nixon ve ark., 1991).

Klinik olarak kök ucunun kesilmesi (apikal rezeksiyon), periradiküler dokunun küretajı, kök ucu kavitesinin hazırlanması (retrograd kavite preparasyonu) ve bu retrograd kaviteni dolgu materyali ile doldurulması aşamalarından oluşan bir tedavi şeklidir. Her periapikal cerrahi işlem, flep kaldırılması ile birlikte periost, kemik, periodontal membran gibi kök kanal boşluğunun dışında kalan dokuların uzaklaştırılmasını içermektedir (Hsu ve Kim, 1997; Wang ve ark., 2004; Alaçam, 2012).

1.1.2. Apikal Rezeksiyon

Apikal rezeksiyonda kök ucunun ne kadar kesileceği ve rezeksiyonun hangi açıyla gerçekleştirileceği önemli iki unsurdur. Apikal dallanmaların sıklığı ve lateral kanallar kök ucunun ne kadar rezeke edileceğini belirler. Kök ucu 3 mm rezeke edildiğinde lateral kanalların %93'ü, apikal dallanmaların %98'inin elimine edildiği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. İlave miktarda rezeksiyon ile bu oranlarda önemli derecede artış olmadığı görülmüştür (Kim, 1997).

Kök ucunda kesme miktarı lateral kanal sıklığı ve kök ucundaki apikal dallanmaların bulunmasına bağlıdır. Apekten 3 mm ve 0°'lik eğimle yapılan kesim, başarısızlık nedeni olabilecek anatomik oluşumların çoğunu kaldırmaktadır (Alaçam, 2012). Rezeksiyon sonrası oluşabilecek sızıntı, koronale doğru yerleştirilen 3mm'lik retrograd dolgu materyali ile önlenmektedir. Apeksin 3 mm'den fazla rezeke edilmesi kron-kök oranının bozulmasına sebep olur. Geride kalabilen lateral kanallar retrograd dolgu esnasında kapatılabilir. Kök rezeksiyonu kökün uzun eksenine dik

olarak yapılmalıdır. Daha önce yapılan çalışmalarda farklı rezeksiyon açıları da karşılaştırılmıştır. Ancak rezeksiyonun kökün uzun aksına dik olarak yapılmaması sonucunda, bukkal yüz rezeke edilirken lingual yüzü parsiyel olarak rezeke edilebilir. Böylece geride sızıntı yapan parsiyel kanalların kalmasına neden olunur. Apikal rezeksiyon işlemi minimal eğim açısıyla yapılmasının üç önemli avantaj sağladığı bildirilmiştir. Bunlar şöyle sıralanabilir:

1. Bukkal kemik tabakasının daha az kaldırılması, daha stabil diş yapısı ve osteotomi sonrası daha iyi bir iyileşme sağlaması.
2. Daha az dentin yüzeyi ve dentin tübülü açığa çıkması, böylece aşırı sızıntı ve kontaminasyonun önlenmesi.
3. Endodontik-periodontal hastalık riskinin önlenmesi gibi avantajlardan bahsedilmiştir (Friedman, 1991; Kim, 1997; Gagliani ve ark., 1998; Wang ve ark., 2004; Kim ve Kratchman, 2006; Alaçam, 2012).

Cerrahi operasyonların birçoğu fazla eğim açısı ve geniş osteotomi nedeniyle başarısızlığa uğramaktadır. Sıfır derece eğim açısı idealdir. Alt birinci büyükazların mesiolingual kökü gibi lokalizasyonlarda, operatörün apeksi görebilmesi ve çalışabilmesi için 10° eğim açısı kullanması önerilmektedir. Böylece daha rahat bir görüş sağlanmış olunur (Kim, 1997; Alaçam, 2012).

1.1.3. Retrograd Kavite Preparasyonu

Apikal rezeksiyon sonrası kök ucunun açılması, tıkaması güç karmaşık bir sistemi açığa çıkarmaktadır. Guta-perkanın kesilmesi tıkama etkinliğini bozmaktadır. Bu nedenle retrograd dolgunun yerleştirilmesi zorunludur (Alaçam, 2012).

Retropreparasyon şu koşulları sağlamalıdır: Kökün apikal 3 mm'lik kısmı temizlenmeli ve şekillendirilmeli, preparasyon pulpa boşluğunun anatomik ana hatlarına paralel olmalı, uygun retansiyon formunu sağlamalı, tüm isthmus dokusu alınmalıdır ve geride kalan dentin duvarı zayıflatılmamalıdır (Alaçam, 2012).

İdeal bir retropreparasyon pulpa boşluğunun anatomik şekli ile uyumlu ve ana hatlarına paralel olarak hazırlanmalıdır. Anatomik sapmalar, dallanmalar, lateral kanallar daima değerlendirilmelidir (Alaçam, 2012).

1.1.3.1. Konvansiyonel Kök-ucu Preparasyonu

Yüksek devirli mikro başlıklar küçük rond ve tersine konik frezler kullanılarak, geleneksel kök ucu kavitesi oluşturulur. Ancak kavitenin kanal duvarlarının paralel yapılamaması, kök ucuna zor ulaşım, kökün lingual perforasyonu gibi olumsuz durumlarla karşılaşılabilir (Von Arx ve Kurt, 1999; Von Arx ve Walker, 2000; Pitt Ford, 2003; Kim ve Kratchman, 2006).

1.1.3.2. Ultrasonik Kök-ucu Preparasyonu

Ultrasonik aletler ilk defa Richman (1957), tarafından tanıtılmıştır. Bu aletler 20 kHz'in üzerinde frekans üretilir, küçük boyutlarda kavitelerin preparasyonunda, diş yapısından artıkların uzaklaştırılmasında ve endodontik tedavide kullanılırlar. Son yıllarda 1-8 kHz frekans aralığına sahip el aletleriyle kullanılan ultrasonik cihazlar geliştirilmiştir. Bunlar daha az makaslama stresi oluşturduğundan diş yüzeyinde daha az morfolojik değişikliğe neden olmaktadır. Ultrasonik aletler endodontinin çok farklı aşamalarında, örneğin; ince kaviteler elde edilmek istendiğinde, kalsifiye kanalların lokalizasyonunda, pulpa taşlarının, kanal içi blokların uzaklaştırılmasında, irrigasyon solüsyonunun etkinliğinin artırılmasında, guttaperka'nın kondenzasyonunda, MTA'nın uzaklaştırılmasında, kök kanal preparasyonunda ve endodontik cerrahide kullanılmaktadır (Richman, 1957; Von Arx ve Kurt, 1999; Kim ve Kratchman, 2006; Plotino ve ark., 2007; Pirani ve ark., 2009).

Ultrasoniklerin kök-ucu preparasyonunda kullanımı ilk kez Bertrand ve ark. (1976), tarafından bildirilmiştir. Sonik ve ultrasonik mikrocerrahi uçların, piyasaya çıkması

retrograd kök-ucu preparasyonunda periradiküler cerrahinin önemli bir parçası haline gelmiştir (Fong, 1993, Carr, 1997; Ishikawa ve ark., 2003).

Ultrasonik mikro başlıkların kullanımıyla oluşturulan retrograd kavitelelerin frezlerle oluşturulanlara göre daha küçük, daha merkezi ve daha iyi şekillendirilmiş olduğu bilinmektedir. Ultrasonik retrotiplerin farklı şekil ve açıda üretilmiş olanları vardır (Engel ve Steiman, 1995).

Ultrasound, insanın duyabilceği ses değeri üzerinde 20 kHz frekansla çalışan ses enerjisidir. Ultrasonik bir ünite 25-40 kHz frekans aralığında çalışır. Ultrasound'un iki temel çalışma prensibi vardır; Birincisi magnetostriksiyon; manyetik alandaki gidip gelmeler manyetik levha üzerinde vibrasyonla sonuçlanır (elektromanyetik enerji mekanik enerjiye çevrilir). Diğeri ise piezoelektrik prensibine göre çalışandır. Elektrik kristallere ulaşır, oluşan deformasyonla mekanik titreşim oluşur. Ancak ısı oluşmaz. Piezoelektrik birimleri, ileri geri doğrusal hareket üreterek avantaj sağlar ve daha az ısı üretir (Stock, 1991).

Ultrasonik ünite orta güçte çalıştırılmalı ve retrograd kavitelelerde kavite derinliği 2,5-3 mm derinlikte hazırlanmalıdır. Böylece apikal sızdırmazlığın elde edilmesinde gerekli en az materyal kalınlığı sağlanmış olur. Ultrasoniklerle çalışmanın en önemli klinik avantajı, kök-ucuna kolay erişim sağlanmasıdır. Farklı açılarda retrotipler kullanılıp cerrahi giriş için daha küçük osteotomi yapılması sağlanmış olur. Ayrıca konvensiyonel frezlerle açılmış retrograd kavitelere göre daha konservatif, daha temiz ve iyi konumlanmış kök-ucu kaviteleleri elde edilir. Daha merkezi kök-ucu preparasyonları sayesinde lateral perforasyon riski de azalmaktadır. Farklı geometrik açılı retrotipler sayesinde açılı kök-ucu rezeksiyonuna gerek duyulmaz. Böylece daha az dentin tübülü açığa çıkarak, apikal sızıntı riski azaltılmış olur. Aynı kökte iki kanal arasındaki isthmus dokusunun da kaldırılması sağlanır. İsthmus iki kanal arasında çoğunlukla pulpa içeren dar bir bağlantıdır. Apekten 3 mm mesafede sıklıkla isthmus bir kökte birleşmiş iki kanal şeklinde görülür. İsthmus kanal sisteminin bir bölümü olup, temizlenmeli, şekillendirilmeli ve retrograd dolgu yapılmalıdır. İsthmus'un açılması ve preparasyonunda ultrasonik uç preparasyonu en

etkili yöntemdir (Abedi ve ark., 1995; Engel ve Steiman, 1995; Gutman ve ark., 1994; Lloyd ve ark., 1997; Mehlhaff ve ark., 1997; Min ve ark., 1997; Saunders ve ark., 1994; Kim ve Kratchman 2006; Plotino ve ark., 2007; De Lange ve ark., 2007; Leiblich, 2012; Alaçam, 2012).

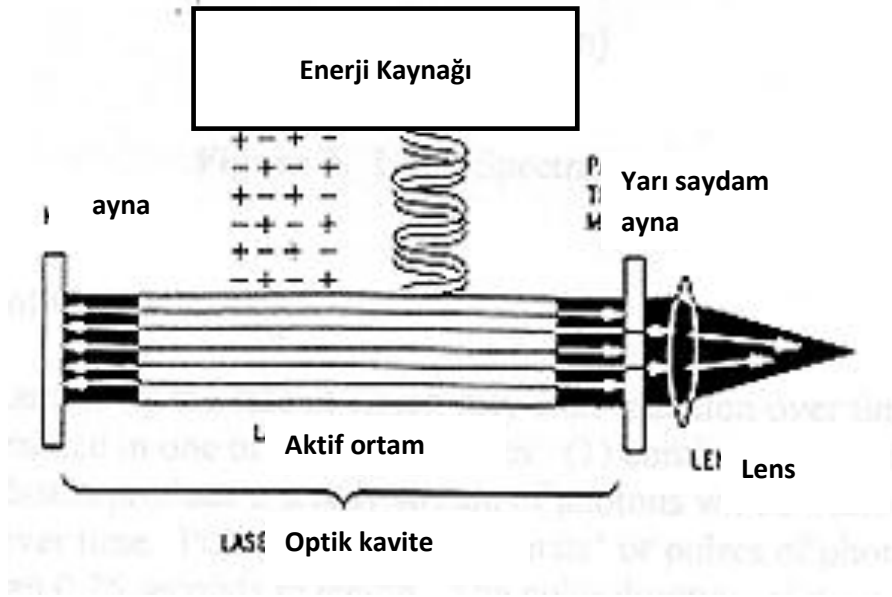
Ultrasonikler kök-ucu preparasyonunda yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen, apikal yüzeyde çatlak ve mikroçatlakların oluşmasına sebep olduğuna dair tartışmalar vardır. Birçok araştırmacı çatlakların direk olarak kök ucu yüzey alanıyla ilgili olmayıp, daha çok kullanılan retrotiple ilgili olduğunu bildirmişlerdir (Plotino ve ark., 2007; Rubstein ve Kim, 2002; Tashieri ve ark., 2004; Khabbaz ve ark., 2004).

1.2. Lazerin Tanımı ve Doku Etkileşimi

LASER kelimesi “Light Amplification by Stimulated Emmission of Radiation”ın kısaltılmış şeklidir. Lazerler konsantre ışık enerjisidir. Lazer ışığı tek foton dalga boyu olup lazerin meydana gelmesi stimüle edilmiş fotonun spontane emisyonundan oluşmaktadır. Fotonun spontane emisyonu sonucunda atomdan foton serbestleşir. Hedef dokunun enerji seviyesi nötral ışıktan daha azdır. Foton salındığında elektronlardaki enerji durumuna bağlı olarak foton emisyonu spesifik dalga boyuna sahiptir. Dalga boyu, yatay ekseninde dalga üzerinde karşılıklı herhangi iki nokta arasındaki mesafedir ve cerrahi sahaya salınan lazer ışınının dokuyla nasıl reaksiyona girdiğini belirlemekte önemli bir fiziksel ölçüm değeridir. Dalga boyuyla ilişkili dalganın bir özelliği de saniyedeki salınım sayısını ifade eden frekans değeridir. Dalga boyu kısaltıkça frekans artar (Coluzzi, 2004).

Lazer cihazının komponentlerini anlayınca ışığın nasıl üretildiği daha rahat kavranır. Optik kavite, cihazın merkezindedir. Kavitenin merkezi kimyasal elementler, moleküller veya bileşiklerden oluşur ve aktif ortam olarak adlandırılır. Lazerler aktif ortamın materyaline göre isimlendirilirler. Bu madde gaz, kristal veya katı haldeki yarı iletken olabilir (Coluzzi, 2004).

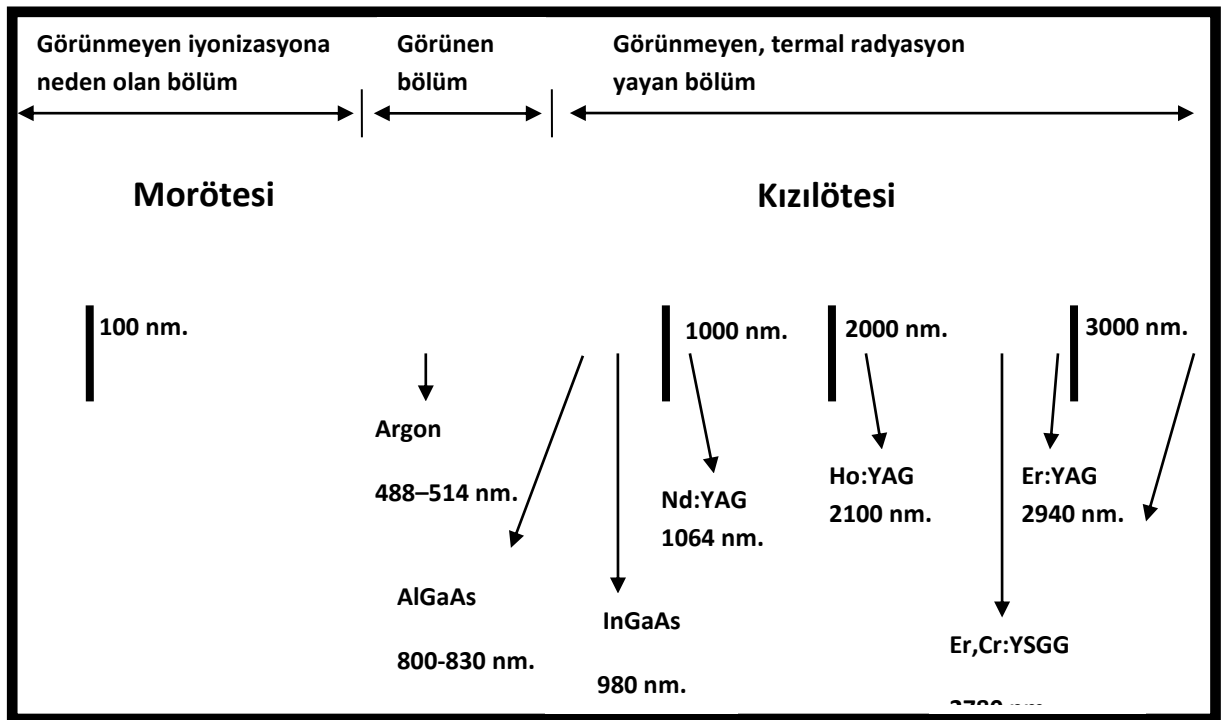
Lazer ışınları dokuya ulaştıklarında yansıyabilir, yayılabilir, komşu dokuya aktarılabilir veya absorbe edilebilir. Absorpsiyon arttıkça diğer 3 özellik azalır. Hangi etkileşimin daha baskın olacağı daha çok lazerin dalga boyu tarafından belirlenmektedir. Biyolojik dokular için en yüksek absorpsiyon suda daha fazla emilen lazer dalga boylarında olmaktadır (Ishikawa ve ark., 2009). Biyolojik dokularda absorpsiyon serbest su molekülleri, proteinler, pigmentler ve diğer moleküllerle oluşur. Absorpsiyon çoğunlukla gelen lazer radyasyonuna bağlıdır. Termal etkileşimlerde absorbe edilen su molekülleri önemli rol oynar (Van, 2004; Coluzzi, 2004). Spesifik yüksek enerjili lazer dalga boylarının hedef doku tarafından absorbe edilmesi sonucunda ablasyon işlemiyle dış sert dokuları uzaklaştırılabilmektedir (Hibst ve Keller, 1989; Keller ve Hibst, 1989). Lazerin temel mekanizması Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Lazerin temel mekanizması (Coluzzi 2004)

1.2.1. Diş Hekimliğinde Kullanılan Lazer Dalga Boyları

Mevcut tüm dental lazer cihazların emisyon dalga boyu $0.5 \mu\text{m}$ (500nm) ila $10.6 \mu\text{m}$ (10.600nm) arasındadır. Diş Hekimliğinde kullanılan lazer dalga boylarını gösteren elektromanyetik spektrumun bir bölümü Şekil 1.2’de gösterilmektedir. Lazerler aktif madde, dalga boyu, atım sistemi, yayılım modu, doku absorpsiyonu ve klinik uygulamalarına göre adlandırılırlar (Coluzzi, 2004).



Şekil 1.2. Lazer dalga boylarını gösteren elektromanyetik spektrumun bir bölümü (Coluzzi2004).

1.2.1.1. Argon Lazerler

Argon lazerler 488 nm (mavi) ve 514 nm (mavi yeşil) olmak üzere iki dalga boyuna sahiptir. Spektrumu görünür ışıktır. Argon iyonunun gaz halini kullanıp, aktif olarak fiber optik ile taşınan devamlı dalga sağlanan, atım modlu lazerdir. Çok az miktarda suda absorbe olur. Bununla beraber hemoglobin, melanin ve pigment bakteriler gibi pigment dokularda daha fazla absorbe olur. Mavi dalga boyundaki argon

lazer kompozit rezinlerin polimerizasyonunda, dişlerin beyazlatılmasında ve çürük koruma işlemlerinde kullanılmaktadır (Coluzzi, 2004).

1.2.1.2. Nd:YAG Lazerler

Nd:YAG lazerler dalga boyu 1,064 nm'dir. Serbest hareketli, atımlı dalga lazerdir. CO₂ lazer ve Er:YAG lazerden farklı olarak suyu çok az absorbe eder. Enerji dağılımı ve biyolojik dokulara penetrasyonunda daha azdır. Su içerisinde 60mm derinliğe kadar penetre olabilir. Bu seviyede orijinal dayanıklılığının % 10'u kadar zayıflama gösterir. Nd:YAG lazerlerin foto termal etkileri yumuşak doku cerrahisi için elverişlidir. Lazerlenen doku yüzeyinde ince bir tabaka koagülasyon alanı oluşturduğu için güçlü bir hemostaz gösterir. Hemorajik dokuların ablasyonunda da etkili olduğu belirtilmiştir. Nd:YAG lazer yumuşak doku cerrahisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Nd:YAG lazerleri flexible optik fiber dağıtım sistemi sayesinde kolay bir kullanımı vardır. Ancak sert doku ablasyonu için çok uygun değildir (Kimura ve ark., 2000; Lan ve ark., 2000; Lee ve ark., 2002; Takashina ve ark., 2002; Coluzzi, 2004).

1.2.1.3. CO₂ Lazerler

CO₂ lazerler dalga boyları 10,600 nm ve hem atımlı hem de devamlı dalgalı lazerlerdir. Bu lazer su tarafından hızlı absorbe edildiği için fazla miktarda su içeren yumuşak doku cerrahisinde oldukça etkilidir. CO₂ lazer 1970'den itibaren FDA onaylı olarak cerrahide kullanılmaktadır. CO₂ lazerlerin termal hasara ve bunun sonucu olarak çatlamaya, erimeye ve karbonizasyona neden olduğu bulunduğu için yumuşak dokuda sınırlı olarak kullanılmaktadır. CO₂ lazer Er:YAG lazere göre 10 kat daha fazla su absorbe eder. Ayrıca sert dokudan ana mineral komponentlerini özellikle karbonlu hidroksiapatitten fosfat iyonlarını ablaze eder. Uygulanan enerji hızlı bir şekilde sert doku tarafından emilir, ancak organik yapıda sıcaklık birikimine sebep olur. Bu sıcaklık organik komponentte

karbonizasyon ve sonucunda erimeye neden olur. Bu lazerin doku penetrasyonu 0,5 mm derinliğinde olup yoğunluğun gücüne bağlıdır. CO₂ lazerin optik fiber ile transmisyonu oldukça zordur. Bu nedenle lazer ışını mekanik eklemlili kollarla taşınır. Lazer ışınları devamlı dalga halindedir (Coluzzi, 2004; Kimura ve ark., 2000; Lan ve ark., 2000).

1.2.1.4. Diod Lazerler

Diod lazerler 800-900 nm dalga boyunda solid durumlu yarı iletken lazerlerdir. Elektrik enerjisini ışık enerjisine çevirmekte Galium (Ga), Arsenid (Ar) ve diğer elementler olan Alüminyum (Al) ve İndium (İn) ile kombine kullanılırlar. Sürekli dalgali ve atımlı olarak kullanılırlar. Suda az olarak absorbe edilir. Ancak hemoglobin ve diğer pigmentlerde daha fazla absorbe edilebilir. Işın fiber optik taşıma sistemi ile taşınır. Yapılan çalışmalarda, Diod lazerlerin dental sert dokuya uygulanmadığı ancak yumuşak doku cerrahisi için çok uygun olduğu görülmüştür. Tedavi edilen yüzeyde ince bir tabaka koagülasyon alanı bırakır. Doku penetrasyonu Nd:YAG lazerden daha az, sıcaklık yayılımı ise daha fazladır. Nd:YAG lazer ile karşılaştırıldığında daha derin doku koagülasyonu oluşturur (Coluzzi, 2004; Kimura ve ark., 2000).

1.2.1.5. Excimer Lazerler

Excimer lazerin dalga boyu içerdiği maddenin kimyasal özelliğine bağlıdır. Asalgaz halinde radyasyon üretiminde stabil olmayıp spektrumun ultraviyole kısmında yer alırlar. Nontermal fotoablasyon gerçekleştirir. ArF excimer lazer, 193 nm dalga boyunda, alttaki yüzeylere ve dokulara zarar vermeden tartırların uzaklaştırılmasında etkindir (Coluzzi, 2004).

1.2.1.6. Erbiyum Lazerler

Erbium lazerler mine-dentin-sement ve kemik üzerinde, yumuşak doku üzerinde ve çürük uzaklaştırma işlemlerinde kullanılmaktadır. Lazerlerin kullanımıyla sert doku üzerindeki vibrasyon oluşumu ortadan kalkmaktadır. Mikro fraktür oluşumunu engellemekte ve döner aletler ile oluşan ses de elimine edilmiş olup böylece hastada gelişen korku da ortadan kalkmaktadır (Van, 2004).

Bazı araştırmacılar Erbiyum: YAG lazer kullanılarak herhangi bir termal hasar olmadan diş dokusunun kaldırılabilirliğini göstermişlerdir. Uygun lazer ayarlamaları ve su soğutma sistemi ile termal hasar mine ve dentinde minimal düzeye getirilmiştir. El aletlerine göre lazer ile çalışma zamanı yaklaşık 2 kat daha uzun olmasına rağmen pulpadaki canlılık korunur (Van, 2004; Hibst ve Keller, 1989).

1.2.1.6.1. Erbiyum sınıfı lazerler

1. Erbiyum: Yitrium, Aleminyum-Garnet (Er:YAG)
2. Erbiyum: Chromium; Yitrium-Scandium-Galium-Garnet (Er;Cr:YSGG)
3. Erbiyum: Yitrium -Scandium-Galium-Garnet (Er:YSGG) olmak üzere üçe ayrılır. Bu lazerler bilimsel olarak çok yakın benzer özellikler gösterirler (Van, 2004).

Tüm erbium lazerler, dalga boyları sebebiyle su tarafından absorpsiyona eğilim gösterirler. Lazerin sudaki en yüksek absorpsiyon değeri; 3 µm ve 10 µm dir. Er:YAG lazerlerin optik penetrasyon derinliği (Er:YAG ve Er,Cr:YSGG) birkaç mikrometredir. İlk Er:YAG lazer sistemi (Kavo Key Laser, Kaltenbach and Vagt GmbH Co,biberach/ Riss,Germany) Almanya'da satışa sunulmuş ancak Amerika'da 1997 yılına kadar diş sert dokularında Er:YAG lazer kullanımı için FDA onayı alınamamıştır. Er:YAG lazerler sağlam ve çürük mine ve dentinde yüzeysel termal penetrasyon derinliği göstererek ablasyon yapmaktadırlar (Van, 2004). Er:YAG lazer için penetrasyonun gerçek derinliği 300 mikro saniyelik atımda

yaklaşık 5 μm 'dir. Lazer enerjisi diş üzerine odaklandığında, diş yapısındaki su içeriğinden dolayı ısıda hızlı bir artış olur. Suyun buharlaşmasıyla dental yapının kristal dayanıklılığı azalır, materyalin kırılmasına sebep olur. Lazer ışınlamasının hemen başlangıcında ablase debris patlatıcı bir şekilde boşalır. Ablasyon hızı ile az miktar sıcaklık çevre dokulara verilir. Işın verilen alanda kraterin altında kalan dokudaki sıcaklık artışı ablasyon eşiğinin altındadır. Lazer enerjisi arttığında ablasyon eşiğinin azalmasıyla ablasyon süreci hızlanıp, termal yan etkiler azalır (Hibst ve Keller, 1989; Meister ve ark., 2003; Convissar, 2004; Van, 2004; Apel ve ark., 2005).

Tüm erbium lazerlerin özelliği olan patlama sesi lazer enerjisinin patlayıcı şekilde dokuya ulaşmasından sonra gelen hızlı şok dalgası ile oluşmaktadır. Bu patlama sesine foto-akustik etki denir. Ayrıca Er:YAG lazerlerin diğer dalga boyları ile benzerlik gösteren özelliklerden en önemlisi bakterisidal etkinliğidir. Erbium dalga boyu bakteriyel hücrelerdeki su tarafından absorbe edilerek hücrelerde su buharı oluşturup sert doku ablasyonu boyunca vaporize olur. Bu etki lazerlerin sert ve yumuşak dokularda kullanımı için bir avantajdır (Convissar, 2004; Van, 2004). Er:Cr:YSGG lazer kullanılan kavitelerde Er:YAG lazerlere kıyasla belirgin şekilde daha küçük nekroz ve karbonizasyon alanları gözlenmiştir (Schoop ve ark., 2002; Shahabi ve ark., 2008).

1.2.2. Apikal Cerrahide Lazer Kullanımı

Lazer teknolojisinin gelişmesiyle birlikte diş hekimliğinde yaygın bir kullanım alanı bulunmaktadır. Yüksek enerjili lazerler hedef dokuya doğru bir şekilde uygulandığında; istenilen sonuçlar elde edilebilir. Dentin geçirgenliğinin azalması, kavite preparasyonunun titreşim oluşturulmadan elde edilmesi, uygulama esnasında bölgenin dezenfeksiyonunun sağlanması ve daha iyi apikal örtücülük elde edilebilmesi gibi sonuçlar çalışmalarda gösterilmiştir (Bader ve Lejeune, 1998; Aoki ve ark., 1998; Aranha ve ark., 2005; De Souza ve ark., 2006; Gordon ve ark., 2007).

Lazerler, perapikal cerrahide yıllardır kullanılmaktadır. Uzun süreli klinik ve radyografik takipleri de yapılmaktadır. Lazerler dokularda buharlaşma etkisi gösterir. Küçük kan damarlarını daraltarak apikal cerrahi uygulamalarda kansız ve steril bir çalışma sahası oluşmasını sağlarlar. Lazer ışını biomodülasyon etkisi ile hücrel aktiviteyi stimüle ederken, cerrahi sahadaki mikroorganizmaların azalmasını sağlayarak yara iyileşmesini de tetikler (Miserendino, 1988; Kimura ve ark., 2000; Gouw-Soares ve ark., 2001).

Karlovic ve ark. (2005), Er:YAG lazerle hazırlanıp MTA ile doldurulan retrograd kaviterin, ultrasonikle hazırlananlara göre daha az sızıntı yaptığını tespit etmişlerdir.

Çalışkan ve ark. (2010), ise Er;Cr:YSGG lazer ile hazırladıkları retrograd kaviterin, ultrasonik ve frezle hazırlananlara göre daha fazla sızıntı yaptığını tespit etmişlerdir.

Winik ve ark. (2006), da Er;Cr:YSGG lazer uygulanan ve MTA ile doldurulan retrograd kaviterlerde, frezle oluşturulanlara göre daha yüksek oranda sızıntı gözlemişlerdir.

1.3. Retrograd Dolgu Materyalleri

Kök ucunda kavite hazırlamanın amacı, rezeksiyon sonrası apikal daralımı ortadan kaldırılmış olan kökün, apekteki kanal ağızlarını birleştirerek, kanal dolgu patı ile sıkı bir şekilde örtücülük sağlayacak olan retrograd dolgu materyalinin yerleştirilebileceği bir kaviteyi oluşturabilmek için apikal 3 mm'nin temizlenmesi ve şekillendirilmesidir (Bayırlı, 1999; Alaçam, 2012). Apikal kanal boşluğu doldurularak, giriş yolu kapatılıp, sızdırmazlık sağlanır. Böylece mikrobiyal ürünlerin kök kanalından periapikal dokulara geçişi önlenerek, dokunun tamir olmasına olanak sağlanır (Torabinejad ve Pitt, 1996; Kim ve ark., 2000). Retrograd dolgu materyali, apikal tıkamayı herhangi bir sızıntıya neden olmayacak şekilde

sağlamalıdır. Endodontik cerrahinin başarısındaki bilinen en önemli faktör apikal tıkanmanın ideal bir şekilde yapılmasıdır (Çalışkan, 2004).

İdeal bir retrograd dolgu materyalinde bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir.

- Periapikal dokular tarafından iyi bir şekilde tolere edilebilmelidir,
- Retrograd kavitenin dentinal duvarına yapışabilmelidir,
- Retropreparasyonun marjinlerinde uzun süreli örtü oluşturmalıdır ve dentin duvarlarına kimyasal bağlanma sağlayabilmelidir,
- Boyutsal değişime uğramamalıdır,
- Çözünmeye karşı dirençli olmalıdır,
- Sementogenesizi desteklemeli,
- Bakteriyosit ve bakteriyostatik olmalıdır,
- Korozyon olmamalıdır,
- Elektrokimyasal olarak inaktif olmalıdır,
- Periapikal dokuları ve dişi boyamamalıdır,
- Manipulasyonu kolay olmalı ve kolayca uygulanabilmelidir,
- Yeterli çalışma ve uygulama süresi olmalıdır,
- Radyopak olmalıdır,
- Apikal dokuların rejenerasyonunu stimüle etmelidir,
- Nemden etkilenmemelidir (Niederman ve Theodosopoulou, 2003; Kim ve ark., 2000).

Diş hekimliği tarihi boyunca çok çeşitli dolgu maddeleri retrograd kavitelerde kullanılmıştır. Bu materyaller: amalgam, gümüş konlar, çinko oksit öjenol, ısıtılmış gütaperka, polikarboksilat siman, cam iyonomer siman, altın yaprak, teflon, kompozit, kalsiyum fosfat içerikli biyomateryaller, MTA ve Diaroot Bioaggregate retrograd dolgu materyali olarak kullanılmış veya kullanılmaktadır (Baker ve Oguntebi, 1990; Dorn ve Gartner, 1990; Torabinejad ve ark., 1993; Kim ve ark., 2000; Kim, 2002; Baek ve ark., 2005). Bu konuda birçok materyal bulunmasına rağmen, şimdilik hiçbir materyal hermetik bir örtü oluşturmamıştır (Alaçam, 2012).

1.3.1. Amalgam

Retrograd dolgu maddesi olarak amalgam son yıllara kadar yaygın bir şekilde kullanılmaktaydı. Kolay manipüle edilebilmesi, radyopak olması, dokular tarafından iyi tolere edilebilmesi gibi avantajlara sahip olmasından dolayı tercih edilmiştir. Ancak pek çok dezavantaja da sahiptir. Biyouyumluluğu çok tartışmalı bir konudur. Birçok çalışmada amalgama karşı uygun olmayan doku cevabı geliştiği görülmüştür (Kim ve ark., 2000; Baek ve ark., 2005). Amalgamın biyolojik etkilerinin, içeriğindeki çinko'nun sitotoksitesine ve onun salınımına bağlı olduğundan dolayı çinkosuz amalgamlar daha az sitotoksiktir (Chong ve ark., 1994). Amalgamın vücuda civa salınımına neden olmasından dolayı çok eleştirilmiş ve çok incelenmiştir. Ayrıca amalgamın retrograd dolgu maddesi olarak kullanımını takibinde insan kan civa düzeyinde de artış gözlenmiştir (Chong ve Pitt Ford, 2005).

1.3.2. Cam İyonomer Siman

Cam iyonomer simanlar ilk kez 1970'li yılların başlarında Wilson ve Kent tarafından diş hekimliğinde kullanıma sunulmuştur (Wilson ve Kent, 1972). Bu simanlar birçok konservatif işlemlerde kullanılmasının yanı sıra retrograd dolgu materyali olarak da kullanılmaktadır. Materyal yüksek biyouyumluluğa sahip olup mikrosızıntı ve bakteriyel penetrasyonu önleyen marjinal örtücülük gösterir (De Grood ve ark., 1995).

İlk dönemlerdeki cam iyonomer simanlar hassas uygulama tekniğine, yavaş sertleşme süresine sahiptiler. Sertleşme süresince neme karşı da hassasiyet gösterirler. Modern cam iyonomer simanların sertleşme süreleri kısaltılmış, daha estetik duruma getirilmiş, neme karşı daha az hassasiyet gösteren bir forma sokulmuştur (Albers, 2002). Işıkla polimerize olan rezin esaslı cam iyonomer simanlar retrograd dolgu materyali olarak kullanıldığında daha az nem hassasiyeti ve polimerizasyon büzülmesi göstermişlerdir. Ayrıca diş dokusuna şelasyonla

bağlanmalarından dolayı mikrosızıntı oranları da düşüktür (Chong ve ark., 1991; Niederman ve Theodosopoulou, 2003).

1.3.3. Çinko Oksit Öjenol Siman

Çinko oksit öjenol simanı, çinko oksit tozu ile öjenol likidinden oluşur. Öjenolün su ile yer değiştirmesiyle pat sertleşir. Retrograd dolgu materyali olarak kullanıldığında uzun dönemde su absorbe etme özelliğinden kaynaklanarak dolgu bütünlüğünde bozulma oluşur. Çinko oksit öjenol su veya doku sıvısıyla temasa geçince hidrolize olur, serbest kalan öjenol ise prostaglandin sentezini inhibe edebilir. Sinirsel aktiviteyi ve mitokondriyal respirasyonu olumsuz etkileyebilir. Ayrıca allerjen etki gösterebilir. Bu olumsuz özelliklerin elimine edilebilmesi için çinko oksit öjenolün modifiye edilmesi gerekmektedir. Super-ethoxy benzoic acid (EBA) ve intermediate Restorative Material (IRM) güçlendirilmiş çinko oksit-öjenol içerikli diğer materyallerdir (Gartner ve Dorn, 1992; Kim ve ark., 2000).

1.3.4. Super-ethoxy Benzoic Acid (Super EBA)

Super EBA, toz ve likit olmak üzere iki komponentten meydana gelmektedir. Likit içeriğindeki etoksibenzoikasit, çinko oksit öjenol simanın dayanıklılığını ve sertleşme zamanını geliştirmiştir. Super EBA, doğru bir şekilde karıştırıldığında iyi bir sızdırmazlık ve minimal doku toksisitesi sağlar. Super EBA, IRM 'nin içerdiği öjenolün yaklaşık olarak üçte birini içerir. Nemli ortamda hem diş yapısına hem de kendi kendine yapışma özelliği gösterir. Radyografide radyopak bir görünüme sahiptir ve rezorbsiyona karşı direnci yüksektir (Oynick ve Oynick, 1978; Johnson, 1999).

1.3.5. Intermediate Restorative Material (IRM)

IRM, ilk defa Oynick ve Oynick (1978), tarafından retrograd dolgu materyali olarak kullanılmıştır. Toz ve likitten oluşur. Birçok araştırmacı IRM'yi retrograd dolgu materyali olarak çalışmalarında kullanmışlardır. Doku tolerans çalışmalarında biyouyumluluğu tespit edilmiştir. Dorn ve Gartner (1990), IRM'nin enfeksiyona karşı dirençli olduğunu ve iyileşme potansiyelinin yavaş bir şekilde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Modifiye edilmemiş IRM'nin parçalanmadan stabil kaldığını ve retrograd dolgu materyali olarak kullanılabileceğini belirtilmiştir. Bazı araştırmacılar, retrograd dolgu materyali olarak IRM, super EBA ve amalgam kullanmışlar ve başarı oranın radyografik olarak değerlendirdiklerinde, IRM uygulanan vakalarda % 91, super EBA uygulanan vakalarda % 95 ve amalgam uygulanan vakalarda ise % 75 oranında başarı elde etmişler, IRM ile super EBA arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamakla birlikte amalgama göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Oynick ve Oynick, 1978; Maher ve ark., 1992; Kim ve ark., 2000; Olsen ve ark., 1994).

1.3.6. Mineral Trioksit Agregate (MTA)

MTA 1993 yılında Loma Linda Üniversitesi'nde geliştirilmiştir (Abdullah ve ark., 2002). Ticari olarak patenti 1995 yılında alınmış, 1998 yılında "Amerikan Gıda ve İlaç Yönetimi (FDA)" tarafından onaylandıktan sonra, kullanım alanı bulmuştur (Torabinejad ve Chivian, 1999). MTA, ilk başta gri renkli üretilmiş ancak ön dişlerde renkleşmeye sebep olduğu için daha sonraları, beyaz renkli MTA (MTA Blanco®) piyasaya çıkarılmıştır. Her iki türün formülünde %75 Portland Simanı, %20 bizmut oksit ve %5 alçı taşı bulunmaktadır (Ferris ve Baumgartner, 2004; Camilleri ve ark., 2005). Her iki tür de; trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, trikalsiyum aluminat, trikalsiyum oksit, silikat oksit, kalsiyum sülfat dihidrat bileşenlerinden oluşur. Bizmut oksit radyoopasiteyi sağlamak için birleşime katılmıştır. Guta perkadan, IRM'den, Süper-EBA'dan ve dentinden daha fazla radyoopak ancak amalgamdan daha az radyoopasite göstermektedir. Beyaz renkli MTA'da tetrakalsiyum

aluminoferrit gibi demir içerikli bileşenler bulunmaz ve Gri MTA'ya oranla daha küçük partiküller içermektedir (Torabinejad ve ark., 1995b; Tselnik ve ark., 2004; Ferris and Baumgartner 2004).

MTA ilk olarak Torabinejad ve ark. (1993), tarafından retrograd dolgu materyali olarak kullanılmıştır. Daha sonraları farklı klinik uygulamalarda da alternatif olarak endodontide kullanım alanı bulmuştur (Abdullah ve ark., 2002; Perez ve ark., 2003).

MTA'nın endikasyonları;

- Cerrahi yaklaşımlarda retrograd dolgu materyali olarak (Torabinejad ve ark., 1993; Torabinejad ve ark., 1994; Bates ve ark., 1996; Fisher ve ark., 1998),
- İyatrojenik perforasyonların tamirinde (Lee ve ark., 1993),
- Rezorpsiyonların tamirinde (White ve Bryant, 2002; Hsien ve ark., 2003),
- Direkt pulpa kapaklama maddesi olarak (Aeinehchi ve ark., 2003; Agamy ve ark., 2004),
- Apeksifikasyon tedavisinde (El-Meligy ve Avery, 2006),
- İntrakoronal ağartmada kanal dolgusunun örtülmesinde (Tselnik ve ark., 2004) kullanılmaktadır.

MTA tozu 1:3 oranında su ile karıştırıldığında başlangıçtaki pH değeri 10,2 iken 3 saat içinde pH'nın 12,5'e yükselir ve bu değerde kalır (Torabinejad ve ark., 1995d).

MTA'nın sertleşme süresinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, sertleşme zamanları amalgamda 4 dakika $\pm$ 30 saniye, Süper-EBA'da 9 dakika $\pm$ 30 saniye, IRM'de 6 dakika $\pm$ 30 saniye ve MTA'da 2 saat 45 dakika $\pm$ 5 dakika olduğu bildirilmiştir (Torabinejad ve ark., 1995b).

MTA okluzal kuvvetlere karşı gösterdiği direnç açısından ilk 24 saat içinde amalgam, IRM ve Süper-EBA ile karşılaştırıldığında oklüzal basınca en düşük direnci göstermektedir. Basınç kuvveti 21 gün sonra yaklaşık 70 MPa kadar

artmaktadır. Bu değer, IRM ve Süper-EBA ile karşılaştırılabilir düzeydedir, ancak amalgamdan düşüktür (Torabinejad ve ark., 1995b).

Çinko fosfat siman, cam iyonmer siman ve MTA'nın bağlanma kuvvetlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, çinko fosfat ve cam iyonmer siman MTA'dan daha üstün tutuculuk özelliği göstermiştir (Vargas ve ark., 2004).

Farklı sonuçlar elde edilen bazı çalışmalara rağmen MTA'nın biyouyumlu, antibakteriyel, kolay çözünmeyen, boyutsal stabilitesi iyi olan, uygulaması kolay ve iyi örtücülük göstermesi gibi özellikleri içeren bir retrograd dolgu maddesi olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Torabinejad ve ark., 1994; Torabinejad ve ark., 1995a; Torabinejad ve ark., 1995b; Torabinejad ve ark., 1995c; Torabinejad ve ark., 1995d; Fischer ve ark., 1998; Andelin ve ark., 2002; Valois ve Costa, 2004).

Mikrosızıntı açısından değerlendirildiğinde, diğer retrograd dolgu maddelerinden amalgam ve çinko oksit öjenol'e oranla çok daha düşük mikrosızıntı oluşturduğu gösterilmiştir (Torabinejad ve ark., 1994; Fischer ve ark., 1998).

Tang ve ark. (2002), kök ucu lezyonlarının patogeneğinde rol oynayan endotoksinleri kullanarak MTA, amalgam, Süper-EBA ve IRM'yi endotoksin sızdırmazlığı açısından değerlendirdiklerinde, MTA'nın sızdırmazlık açısından diğer test materyallerine göre daha etkin olduğunu göstermişlerdir.

Furkal perforasyonlarda MTA; amalgam, adeziv sistemler ve Süper-EBA'ya göre daha az mikrosızıntı gösterdiği birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Pitt Ford ve ark., 1995; Weldon ve ark., 2002; Hardy ve ark., 2004).

MTA'nın mikrosızıntısı, polimeraz zincir reaksiyon (PCR) analiziyle incelendiğinde, apeksi kapanmamış dişlerde MTA'nın dişin apikal 1/3 bölgesini ideal olarak örttüğü bildirilmiştir (De Leimburg ve ark., 2004).

Endodontik enfeksiyonlarda, birçok farklı mikroorganizma rol almaktadır. Bunların arasında en sık izole edileni *Enterococcus faecalis*'tir. Torabinejad ve ark. (1995c), MTA'nın antibakteriyel özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, MTA'nın *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Fusobacterium nucleatum* üzerinde etkili olmadığını gösterilmişlerdir.

Ancak beyaz MTA'nın steril su yerine 0,12'lik klorheksidin glukonat ile karıştırıldığı bir çalışma sonucunda *Actinomyces odontolyticus*, *Fusobacterium nucleatum*, *Streptococcus sanguis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida Albicans* üzerinde antimikrobiyal etkinlik göstermiştir (Stowe ve ark., 2004). MTA'nın antifungal etkinliği çeşitli çalışmalarda incelenmiştir (Al-Nazhan ve Al-Judai, 2003; Mohammadi ve ark., 2006). Sonuçta, MTA *Candida albicans* üzerinde antifungal etkinlik göstermiştir (Al-Nazhan ve Al-Judai, 2003). Birçok iyi özelliği yanında, MTA'nın karıştırma zorluğu, uzun sürede sertleşmesi, taşıma ve yerleştirme güçlüğü gibi dezavantajları da vardır. Ayrıca ekonomik nedenlerden dolayı da MTA'ya alternatifler aranmaktadır (Joffe, 2003).

1.3.7. DiaRoot Bioaggregate

Yeni bir su bazlı siman olan Diaroot Bioaggregate yakın zamanda geliştirilmiştir. BioAggregate mezenşimal hücrelerle temas ettiğinde, Beyaz ProRoot MTA ile benzer biyouyumluluk göstermiştir (De Deus ve ark., 2009). Buna ilave olarak hidrofilik tozunun sementogenezisi teşvik ettiği ve hermetik örtücülüğü sağladığı iddia edilmektedir. Yapılan kimyasal analizler sonucunda BioAggregate ve MTA yapısında benzer materyaller içermekte ve benzer teknolojik özellikler sergilemektedir. Ayrıca her ikisi de benzer endikasyonlarda kullanılmaktadır. Ancak BioAggregate'in içeriğinde radyoopasiteyi sağlamak için tantalyum oksit bulunurken, aliminyumun toksik etkileri düşünülerek, içeriğinden çıkarılmıştır. Ana etken bileşen olarak da hidroksiapatit eklenmiştir (Duarte ve ark., 2005; Park ve ark., 2010).

Leal ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada, ultrasonikle oluşturdıkları retrograd kavimleri; BioAggregate, MTA ve Ceramicrete ile doldurup sızıntı açısından karşılaştırdıklarında her iki biyoseramik siman MTA ile benzer sızdırmazlık göstermiştir.

1.4. Endodontik Sızıntı

Kök kanal tedavisinde kanal dolgusunun amacı, periapikal dokular ile oral kavite arasındaki iletişimi kesmektir. Endodontik tedavilerdeki en önemli başarısızlık nedeni yetersiz kök kanal dolgusudur. Bu durum materyallerin ya da yöntemlerin örtücülük özelliklerini daha fazla incelememize yol açar. Hermetik örtücülüğün sağlanması endodontik tedavinin başarısı için önemli bir gerekliliktir. Bu nedenle kök kanal dolgusunun kalitesinin değerlendirilmesinde sızıntı testlerinin kullanımı geçerli bir yöntemdir (Wu ve Wesselink, 1993). Apikal ve koronal sızıntının her ikisinde endodontik tedavinin sonucunu olumsuz etkilemektedir (Ray ve Trope, 1995; Hommez ve ark., 2002).

Apikal bölgenin doldurulması, anakorezis ile enfeksiyon oluşmasını engeller. Böylece preparasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinden sonra bile kök kanalında yaşayan mikroorganizmaların peripapikal bölgeye ulaşması engellenmiş olur (Wu ve Wesselink, 1993). Kök kanal dolgu materyallerinin apikal sızıntıyı engelleme yetenekleri birçok çalışmada incelenmiştir (Dalat ve Spangberg, 1994; Bouillaguet ve ark., 2008).

Koronal sızıntı, kök kanal tedavisinin başarısız olmasında önemli nedenlerden biridir (Saunders ve Saunders, 1994). Mikroorganizmalar ve onların ürünlerini içeren doku sıvısının, kök kanalından ilerleyerek periapikal dokulara ulaşması, anakoresize (mikroorganizmaların iltihap bölgesine dolaşım yoluyla gelip yerleşmesi) ya da periapikal kaynaklı bir enfeksiyona kıyasla endodontik tedavide daha fazla başarısızlığa sebep olmaktadır. Bu nedenle sızıntının korondan apikale

değerlendirilmesi, apikalden koronale değerlendirilmesine göre klinik durum ile daha yakından alakalıdır (Wu ve Wesselink, 1993).

Kök kanal dolguları, yapay tükürükle ya da mikroorganizmalarla koronal olarak kontamine olduklarında sızıntıya karşı çok dirençsiz oldukları çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Swanson ve Madison, 1987; Torabinejad ve ark., 1990; Magura ve ark., 1991). İnsan tükrüğünde bulunan bakterilerin lateral ve vertikal kondensasyon yöntemleri ile doldurulan kök kanallarının yüzeyine penetre olabilmeleri için gereken zaman araştırıldığında kök kanallarının 30 gün içinde tekrar kontamine olduğu bulunmuştur (Khayat ve ark., 1993). Torabinejad ve ark. (1990), kanal dolgusundan 19 gün sonra tüm kök kanallarının kontamine olduğunu belirtmişlerdir.

Endodontik materyallerin örtücülük yeteneklerini değerlendirmek için sıkça sızıntı testleri yapılmıştır. Sızıntı çalışmaları endodonti literatüründe önemli bir yer tutar. Mikrosızıntı değerlendiren birçok çalışma olmasına rağmen tavsiye edilen veya evrensel olarak kabul gören tek bir metot yoktur (Wu ve ark., 1993). Mikrosızıntı testlerinin karşılaştırılması için yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ise çelişkilidir. *In vitro* mikrosızıntı çalışmalarında değişik yöntemler kullanıldığında aynı materyal için farklı sonuçlar bile elde edilebilmektedir (Wu ve ark., 1993; Sundqvist ve Figdor, 1998; Karagenç ve ark., 2006).

1.4.1. Mikrosızıntı inceleme testleri

Mikrosızıntı inceleme testleri aşağıda belirtilmiştir:

- 1- Boya penetrasyon testi,
- 2- Radyoizotop yöntemi,
- 3- Nötron aktivasyon yöntemi,
- 4- Elektrokimyasal mikrosızıntı testi,
- 5- Basınçlı hava tekniği (sıkıştırılmış hava tekniği),
- 6- Sıvı filtrasyon testi,
- 7- Glikoz penetrasyon testi

- 8- Mikroskopik inceleme yöntemleri,
- 9- Endotoksin penetrasyon testi,
- 10- Gaz kromatografi tekniği,
- 11- Bakteriyel sızıntı testi (Taylor ve Lynch, 1992; Kocabalkan, 1993; Tiritoglu, 1994; Alani ve Toh, 1997; Trope ve ark 1995, Tang ve ark 2002; Zmener ve ark., 2004; Ayyıldız ve ark., 2009; Erdemir ve Yaman, 2011).

1.4.1.1. Boya penetrasyon testi

Boyalar, kök kanal dolgu materyallerinin örtücülük yeteneklerinin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Boya sızıntısı basit ve kolay bir yöntemdir, ancak, bu yöntemin uygulanmasında bazı sınırlamalar vardır. Boyaların molekül ağırlıklarının çok düşük olması sebebiyle boyalar bakteri hücrelerinin penetre olamayacakları alanlara penetre olabilirler (Kertsen ve Moorer, 1989). Apikal periodontitise sebep olan ajanların bakteriler ve ürünleri olması nedeni ile bu durumun boyalar ile belirlenip belirlenemeyeceği ise bilinmemektedir (Barthel ve ark., 1999).

1.4.1.2. Radyoizotop yöntemi

İzotopların sızıntıyı değerlendirmekte iyi araçlar oldukları ancak, klinik olarak oluşan sızıntı ile ilgili doğru bilgi veremeyeceği belirtilmiştir (Torabinejad ve ark., 1990). Düşük molekül ağırlıklı maddelerin tek başlarına, periapikal hastalık oluşturmakta kesin bir rol oynamadığı, toksik, antijenik maddeler ya da bakteriler gibi büyük moleküllerin ise periapikal doku hastalıklarına neden olan önemli faktörler olduğu gösterilmiştir (Kertsen ve Moorer, 1989).

1.4.1.3. Nötron aktivasyon yöntemi

Nötron aktivasyon yönteminde *in vivo* şartlarda restorasyonun kenarına Manganez (Mn) gibi kimyasal bir işaretleyici yerleştirilir. Sonrasında diş çekilip nükleer reaktörde ‘Mn25’ ile bombardımana uğrattılır. Diş tarafından emilen manganezin ölçümü ile restorasyonun kenar sızıntısı belirlenir (Douglas ve ark., 1980; Alani ve Toh, 1997; Karadağ, 2005; Ayyıldız ve ark., 2009; Erdemir ve Yaman, 2011).

1.4.1.4. Elektrokimyasal mikrosızıntı testi

Elektrokimyasal mikrosızıntı testinde, penetre olabililen iki renksiz bileşen kimyasal olarak reaksiyona girerek diş ve restorasyon ara yüzeyine çöker. Daha sonra çökeltinin fotoğrafı alınarak kenar sızıntısı belirlenir (Taylor ve Lynch, 1992; Erdemir ve Yaman, 2011). Sızıntı tespitinde en fazla gümüş nitrat tuzları kullanılır (Powis ve ark., 1988).

1.4.1.5. Basıncılı hava tekniği (sıkıştırılmış hava tekniği)

Sıkıştırılmış hava testinde kök kanalı ve pulpa odası boyunca diş içine basınçlı hava uygulanır, su dolu bir kap içerisinde kaybolan basınç ölçülerek mikrosızıntı belirlenir. Su içine koyulan restorasyonun kenarından çıkan hava kabarcığı uygulanan dolgunun uyumsuzluğunu gösterir (Karagöz-Küçükay, 1991; Ayyıldız ve ark., 2009; Erdemir ve Yaman, 2011).

1.4.1.6. Sıvı filtrasyon testi

Koronal restorasyonlar etrafındaki sızıntıyı ve dentinal tübüllerdeki sıvı geçişini belirlemek için kullanılan sıvı filtrasyon metodu Derkson ve ark. (1986), tarafından geliştirilmiştir. Daha sonraları doldurulmuş kök kanalındaki sızıntıyı belirlemek

amacıyla bu metodu Wu ve ark. (1993), modifiye etmişlerdir. Bu yöntem, sürekli bir basınç altında diş yüzeyi ile dolgu arasında hareket eden sıvı miktarının değerlendirmesi esasına dayanmaktadır (Wu ve ark., 1993). Sıvı filtrasyon metodu boya penetrasyon metoduna göre daha hassastır, ölçümleri tekrarlanabilir ve örneklerin değerlendirme esnasında bozulmaması gibi avantajı vardır (Wu ve ark., 1993; Wu ve ark., 1994).

1.4.1.7. Glikoz penetrasyon testi

Glikoz penetrasyon testi Xu ve ark. (2005), tarafından tanıtılmıştır. Bu yöntem ile kök kanalı boyunca oluşan glikoz penetrasyon oranı spektrofotometre ile ölçülmektedir. Glikozun seçilme nedeni ise küçük moleküler boyutu ve bakteriler için besin kaynağı olmasıdır. Kök kanal preparasyonuna ve dolgu işlemlerine rağmen glukoz oral kaviteden kök kanalına girerse kanalda yaşayan mikroorganizmalar çoğalıp periapikal enflamasyona yol açabilir Glukoz bu özelliği ile sızıntı çalışmalarında önemli bir yer almıştır (Verissimo ve Do Vale, 2006)

1.4.1.8. Mikroskobik inceleme yöntemleri

Bazı çalışmalarda, restorasyon materyallerindeki sızıntı farklı metotlarla tespit edildikten sonra dolgu ve kavite kenarından elde edilen bulguları değerlendirmek için SEM analizi gibi mikroskobik analiz yöntemleri tercih edilmiştir (Erdemir ve Yaman, 2011). Bu yöntemle, iki yüzey arasında bulunan mesafe ölçülebilir. Ayrıca görüntüyü büyütme özelliği sayesinde; restoratif materyalin yüzey yapısı, tanecik boyutu, farklı kristalik fazlar incelenebilir. İki yüzey arasında oluşan bağlantı, yüzeyler arasındaki aralanma ve kenar sızıntısını ölçmek mümkün olmasına rağmen diğer sızıntı çalışmalarıyla beraber uygulandığında ise sonuçların karşılaştırılmasında kısmi bir bağlantı kurulabilmektedir (Taylor ve Lynch, 1992; Alani ve Toh, 1997; Karadağ, 2005; Ayyıldız ve ark., 2009).

1.4.1.9. Endotoksin penetrasyon testi

Endotoksin penetrasyon metodu da bazı çalışmalarda sızıntının değerlendirilmesinde kullanılmıştır (Trope ve ark., 1995; Tang ve ark., 2002). Endotoksin etkili bir immunolojik mediatördür. Gram negatif bakterilerin dış hücre zarının bir parçası ve periapikal patolojilerin gelişmesinde önemli role sahiptir (Williamson ve ark., 2005). Endotoksinler biyolojik aktiviteye sahip olmalarına rağmen kimyasal aktivite göstermezler (Carratu ve ark., 2002). Bu yöntemde kullanılan bakterilerin, gütaperka, sement ya da dentinde dolgu materyalinin örtücülük özelliğini etkileyerek enzimatik etkileri gösterilmiş, ancak yol-pasaj oluşturma ihtimali ise gösterilememiştir (Carratu ve ark., 2002).

1.4.1.10 Gaz Kromatografi Tekniği

Gaz kromatografi tekniğinde düşük molekül ağırlıklı bakteriyel bir metabolit olan bütirik asit ile sızıntı değerini ölçen bir düzenekten yararlanılmıştır (Kertsen ve Moorer, 1989).

Bu yöntemde standart şekilde hazırlanan yapay kanallar iki ucu açık olan özel deney tüpleri içerisine yerleştirilmektedir. Kök kanalları doldurulduktan sonra tüpün kron kısmındaki rezervuarına %0,5'lik bütirik asit solüsyonu ve %0.1'lik valerik asit solüsyonu doldurularak tüplerin her iki ucu lastik örtüyle kapatılır. Kron kısmındaki rezervuara ise sıkıştırılmış nitrojen gazı enjekte edilerek basınç uygulanır. Apikal kısımdaki rezervuardan alınan solüsyon örneği asit içinde çözündürülür ve gaz kromatografi cihazında sızıntının analizi değerlendirilir (Kertsen ve Moorer, 1989; Karadağ, 2005).

1.4.1.11. Bakteriyel sızıntı testi

Endodontide bakterilerin ya da bakteriyel ürünlerin kök kanalına penetre olmasıyla apikal enflamasyon başlayabilir ya da yeniden aktif hale geçebilir. Ayrıca tükürüğün ve yabancı cisimlerin kök kanalına difüzyonu da kök kanalındaki inatçı mikroorganizmaların çoğalmasına neden olabilir (Barthel ve ark., 1999).

Endodontik enfeksiyonlarda, birçok farklı aerob ve anaerob mikroorganizma rol almaktadır. Bu yüzden bakteriyel sızıntı çalışmalarının, biyolojik olarak daha anlamlı ve klinik durum ile daha yakından ilgili olduğu sıkça belirtilmiştir. Klinik koşulları diğer sızıntı yöntemlerine göre daha iyi yansıtmışından dolayı günümüzde en çok kullanılan mikrosızıntı yöntemlerinden biri bakteriyel sızıntı yöntemi olmuştur (Torabinejad ve ark., 1990; Khayat ve ark., 1993; Torabinejad ve ark., 1995c; Miletu ve ark., 2002; Timpawat ve ark., 2001; Mavec ve ark., 2006).

Bakteriyel sızıntı testinde; kök kanallarının doldurulması ve foramen apikale dışında kalan dış yüzeylerin kapatılmasını takiben elde edilen kök ya da kök parçası, test mikroorganizması içeren bir üst hazne ile başlangıçta steril bir ortam içeren alt hazne arasına yerleştirilir. İnkubasyon süresini takiben alt haznedeki solusyonun renk değiştirip değiştirmemesine göre apikal sızıntı değerlendirilmesi yapılır. Alt haznede meydana gelen bakteriyel üreme tüm kök kanal dolgusu boyunca bakterinin geçtiğine işaret eder (Goldman ve ark., 1980). Bakteriyel sızıntı çalışmaları niceliksel olmayıp sadece niteliksel çalışmalardır (Verissimo ve Do Vale, 2006). Bakteri sızıntı çalışmaları için, kavite duvarlarıyla dolgu materyali arasındaki mesafenin 0.5-1 µm arasında olması gerekmektedir. Daha küçük aralıklar, bakteri toksinlerinin ve diğer bakteri ürünlerinin geçmesine izin vermezler (Taylor ve Lynch, 1992). Herhangi bir bakteri dolgu materyalini veya aradaki sınırdan geçerse besiyeri içinde çoğalıp, bulanıklığa neden olabilir. Bu da materyalin başarısızlığı olarak değerlendirilir (Chailertvanitkul ve ark., 1997; Britto ve ark., 2003).

Günümüze kadar yapılan bakteriyel sızıntı çalışmalarında çok farklı mikroorganizma türleri kullanılmıştır; Maltezos ve ark. (2006), *Streptococcus salivarius*, Barthel ve

ark. (1999), *Staphylococcus epidermidis*, Carratu ve ark. (2002), *Proteus mirabilis* ve *Staphylococcus epidermidis*, Torabinejad ve ark. (1990), *Staphylococcus epidermidis* ve *Proteus vulgaris*, Chailertvanitkul ve ark. (1997), anaerobik streptokoklar ve *Fusobacterium nucleatum* Miletii ve ark. (2002), *Candida albicans*, Lukettic ve ark. (2008), *Streptococcus mutans*, *Streptococcus mitis*, *Lactobacillus spp.*, *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis*'i test mikroorganizması olarak kullanmışlardır. *Enterococcus faecalis* ise özel bir yere sahiptir. Bu bakteri insan florasının bir parçası olup, miks enfeksiyonlarda aeroblarla ve fakültatif anaeroblarla birlikte sıkça izole edilir (Bumgartner ve Falkler, 1991). Birçok çalışmada periapikal lezyonlu kök kanal dolgulu vakalarda sıklıkla izole edilen bakteri türü *E. faecalis*'dir (Molander ve ark., 1998; Pinheiro ve ark., 2003). Bu yüzden birçok bakteriyel sızıntı çalışmasında *E. faecalis* kullanılmıştır (Timpawat ve ark., 2001; Yücel ve Çiftçi, 2006; Brosco ve ark., 2008).

Enterococcus 'lar, fakültatif anaerob bakteriler olup 10-45°C aralığında 48 saatte üremektedirler ve kanlı agar'da hemoliz (Gamma hemoliz) meydana getiremezler. Kolonileri şeffaftır. *Enterococcus faecalis* ışık mikroskopunda incelendiğinde 1 µm çapında, Gram pozitif kok çiftleri olarak kısa zincirler tarzında bir görüntü vermektedir. Oksidaz özelliği bulunmayan fermentatif mikroorganizmalardır. Katalaz negatif bakterilerdir (Akan, 2006; Arda 2011).

Staphylococcus 'lar katı besiyerinde kısa sürede üreyen bakterilerdir. Agar üzerinde pigmentli koloniler oluşturmakta ve buna göre de isimlendirilmektedirler. *Staphylococcus aureus* 'lar, fakültatif anaerob (hem oksijenli hem oksijensiz ortamda üreme kabiliyetidir) olarak, 37°C'de 24-48 saatte üremektedirler. *Staphylococcus* 'lar 0,5-1,5 µm (ortalama 1 µm) çapında ve ışık mikroskopunda incelendiğinde Gram pozitif kok olarak düzensiz kümeler şeklinde görülürler ve katalaz pozitiflerdir. *Staphylococcus aureus*, koagülaz pozitif bir bakteridir. Kanlı agar üzerinde tam hemoliz (Beta hemoliz) oluşturur. Oksidaz negatif olan *S. aureus*, katalaz testi sonucunda hidrojen peroksiti parçalayarak oksijen açığa çıkartır ve pozitif sonuç vermektedirler. Oksidatif ve fermentatif metabolizmaya sahiptirler (Akan, 2006; Arda 2011). *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis* 'in izolasyon ve

identifikasyonunda faydalanılan yapısal ve biyokimyasal özellikler Çizelge 1.1’ de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis*’in izolasyon ve identifikasyonunda faydalanılan yapısal ve biyokimyasal özellikler (Akan 2006).

Yapısal ve Biyokimyasal Özellikleri	<i>S. aureus</i>	<i>E. faecalis</i>
Gram Özelliği	Gram pozitif	Gram pozitif
Şekil Özelliği	Kok	Kok
Büyüklikleri	0,5-1,5 µm (ortalama 1 µm) çapında	1 µm çapında
Üreme Özelliği	Fakültatif anaerob	Fakültatif anaerob
Üreme Sıcaklık Aralığı	37°C	10-45°C
Üreme Zamanı	24-48 saat	48 saat
Katalaz Tesiti	+	-
Oksidaz Tesiti	-	-
O/F (Oksidasyon Fermentasyon Testi)	O (+) / F (+)	O (-) / F (+)
Kanlı Ağarda Hemoliz Özelliği	Alfa hemoliz (tam hemoliz var)	Gamma hemoliz (hemoliz yok)
Koagülaz Testi	+	Kullanılmıyor

Bakteriyel sızıntı testinin; biyolojik ortamı ve klinik koşulları iyi yansıtması, besi yerinde üreyen bakteri türünün saptanabilmesi ve deney düzeneğine sürekli bakteri ilavesi ile daha uzun süreli sızıntı çalışmalarına olanak sağlaması gibi avantaj sayılacak özellikler bulunmaktadır (Chailertvanitkul ve ark., 1997; Matharu ve ark., 2001; Timpawat ve ark., 2001).

Bu olumlu özelliklerin yanında bazı dezavantajlara da sahiptir. Şöyle ki: bakteriyel sızıntı çalışmalarında steril ve dikkatli çalışılmalıdır (Karagöz-Küçükay, 1991). Bu teknik daha çok kalitatif (niteleyici) veriler sunar. Çünkü sadece tek bir bakterinin kanaldan geçişi, besi yeri içinde bakterinin çoğalıp, besi yerinin bulanıklaşmasına veya işaretleyici solüsyonun renk değiştirmesine neden olur (Chailertvanitkul ve ark., 1997; Britto ve ark., 2003). Birçok bakteri türü kullanılması sebebiyle farklı sonuçlar elde edilmektedir. Çünkü bu metot bakterinin türüne, uygulanan maddenin

antimikrobiyal etkisine baēlı olarak deēiēebilmektedir (Schafer ve Olthoff, 2002; Maltezos ve ark., 2006).

Çalışmamızın amacı; konvansiyonel yöntem (frez), ultrasonik retrotip ve Er:YAG lazer kullanılarak oluşturulan retrograd kaviteilerin, Mineral Trioksit Aggragate (MTA) ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulduktan sonra sızdırmazlık özelliklerini bakteriyel sızıntı yöntemi ile deēerlendirmek, ayrıca mikroskopik inceleme yöntemlerinden SEM analizi ile kıyaslayarak görsel olarak retrograd kavite kenarlarını ve dolgu materyallerinin uyumunu incelemektir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmamızda 152 adet, yeni çekilmiş, tek köklü ve düz kanallı, insan üst kesici dişleri kullanıldı. Dişlerin seçilmesinde; kök uzunluklarının ve genişliklerinin benzer olmasına, radyografik değerlendirmede tek ve düz bir kanalın izlenmesine, köklerin apikal oluşumlarının tamamlanmış olmasına, kanalda kalsifikasyonların ve internal rezorpsiyonların bulunmamasına özen gösterildi.

Dişler çekimi sonrası %5,25'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonunda 60 dak. kadar bekletilerek kök yüzeyindeki organik doku artıkları uzaklaştırıldı. Sert ve yumuşak doku artıkları, tartırlar, kavitron (Cavitron, Siemens, Germany) ve küret (#3-4 Gracey, Nordent, USA) yardımıyla uzaklaştırıldı. Dişler deney aşamasına kadar %0,9'luk serum fizyolojik içerisinde bekletildi.

2.1.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Dişlerin kronları kök boyuları 15 mm uzunlukta olacak şekilde elmas fissür frez (ISO 806314, 014, Meisinger, Neuss, Germany) ile su soğutması altında kesildi. Böylece kök boylarının standardizasyonu sağlanıp, 10 nolu K tipi eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ile apikal bölgede bir tıkanıklık olup olmadığı kontrol edildi. Tıkanıklık olan dişler çalışmadan çıkarıldı. Çalışma boyutu uygun bir K tipi eğe ile tespit edildi. Tüm kanallar endodontik mikromotor (Endo Mate DT, NSK, Nakanishi Inc. Japan) ile üretici firma talimatları doğrultusunda, nikel titanyum ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) döner eğeleriyle F4'e (finishing file no.4) kadar Crown Down tekniğiyle prepare edidi. Her eğeden sonra kanallar 3ml %2,5'lik NaOCl (Sultan Chemists Inc., Englewood, New Jersey, USA) solüsyonu ile irrige edildi. Preparasyon esnasında Protaper eğeleri ile birlikte kayganlaştırmayı sağlamak amacı ile RC-Prep (Premier Dental Products, Tulsa, UK) kullanıldı. Preparasyon işlemi tamamlandıktan sonra kök kanallarında

bulunan smear tabakası ve debrisleri uzaklaştırmak için kök kanalları sırasıyla 10 ml %17'lik EDTA (Septodont, Paris, France), 10 ml % 5,25'lik NaOCl (Sultan Chemists Inc., Englewood, New Jersey, USA) ve 10 ml serum fizyolojik kullanılarak irrigé edildi. Kök kanalları kağıt konlarla (Spident, NamDongKongDon, Inchon, Korea) kurulandıktan sonra kökler 12 saat boyunca etilen oksit gazı ile steril edildi (Er ve ark., 2008; Esen, 2011).

2.1.2. Kök Kanallarının Doldurulması

Sterilizasyondan işleminden sonra kök kanallarına apikalde sıkışma gösteren standart bir güta-perka (#40, Diadent, Seoul, Korea) çalışma boyutunda olacak şekilde, steril bir cam üzerinde hazırlanan AH-Plus (Dentsply DeTrey, GmbH, Konstanz, Germany) kök kanal dolgu patına bulanarak, çalışma boyutunda kanal içersine yerleştirildi.

Seçtiğimiz bir spreader (#25, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) ile ana konun yanından, apikal yönde lateral basınç uygulayarak, kanal içersinde ilerlendi. Spreader ile oluşturulan boşluğa, AH-Plus'a bulanmış bir aksesuar güta-perka kon yerleştirildi. Güta-perka konların fazla kısmı, ısıtılmış bir alet yardımı ile kanal ağzı hizasından kesilerek uygun bir plugger yardımıyla vertikal yönde kondanase edildi. Kök kanalları bu şekilde soğuk lateral kondenzasyon yöntemi ile doldurulduktan sonra her bir diştin mesio-distal ve bukkio-lingual yönde radyografiler alınarak kök kanal dolgularının yeterli olup olmadığı kontrol edildi. Kök kanal duvarına adaptasyonu iyi olmayan ve boşluklar tespit edilen dişler yeniden dolduruldu. Kök kanal dolguları tamamlandıktan sonra tüm örnekler kanal patının tamamen sertleşmesi için, 1 hafta süreyle 37°C de ve %100 nemli ortamda bekletildi.

Daha sonra hazırlanan tüm örneklerin apikal 3 mm'lik kısmı elmas fissür frez (ISO 806314, 014, Meisinger, Neuss, Germany) ile su soğutması altında yüksek devirde, diştin uzun eksenine dik olacak şekilde rezeke edildi (Şekil 2.1). Elde edilen örnekler retrograd kaviteleri oluşturulmak üzere her bir grupta 40 adet diştin içeren 3

deney grubuna ayrıldı. Geriye kalan dişlerden 20 tanesi, pozitif (n=10) ve negatif (n= 10) kontrol grubu olarak ayrıldı. On iki (12) adet diş ise SEM (SEM JEOL JSM-6400, Tokyo, Japan) incelemeleri için kullanıldı.



Şekil 2.1. Apikal 3 mm si kesilmiş dişlere örnekler.

2.1.3. Deney Gruplarının Oluşturulması

İlk gruptaki dişlerin retrograd kavite preparasyonları konvansiyonel elmas rond frez (ISO 806314, 010, Meisinger, Neuss, Germany) (Şekil 2.2) ile su soğutması altında, yüksek devirde 3mm derinliğinde oluşturuldu.



Şekil 2.2. Retropreparasyonda kullanılan elmas rond frez.

İkinci gruptaki dişlerin kök-ucu kavite preparasyonları ultrasonik üniteye (NSK-Nakanishi Inc., Tokyo, Japan) bağlı ultrasonik retrotiplerin E30LD (NSK, Nakanishi

Inc., Tokyo, Japan) (Şekil 2.3) orta güçte, su soğutması altında kullanılması ile 3 mm derinliğinde oluşturuldu.



Şekil 2.3. Retropreperasyonda kullanılan ultrasonik uç.

Üçüncü gruptaki dişlerin kök-ucu kavite preparasyonları ise Er:YAG lazerle (VersaWave Dental, Hoya ConBio, CA, USA) (Şekil 2.4) 175 mJ, 20 Hz modunda ayarlanarak ve 600µm çapında dik uç (Şekil 2.5) kullanılarak su soğutması altında 3 mm derinliğinde hazırlandı.

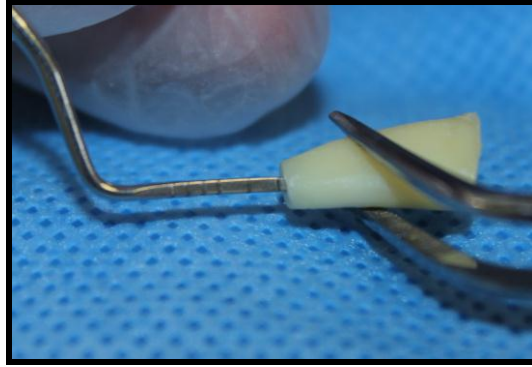


Şekil 2.4. Er:YAG lazer cihazı



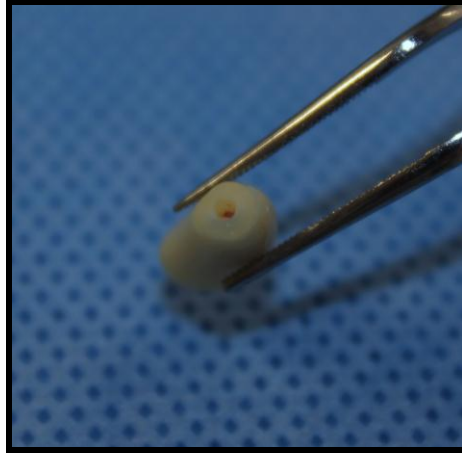
Şekil 2.5. 600µm çapında lazer uç.

Tüm Grupların retropreparasyonlarının derinliği periodontal sondla ölçülerek 3 mm'e derinliğe erişildiğinden emin olundu (Şekil 2.6).

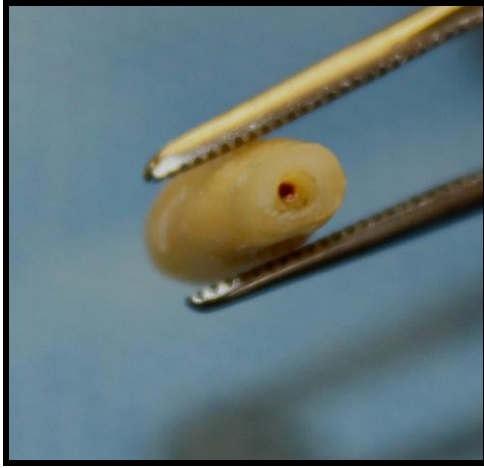


Şekil 2.6. Kavite derinliğinin ölçülmesi.

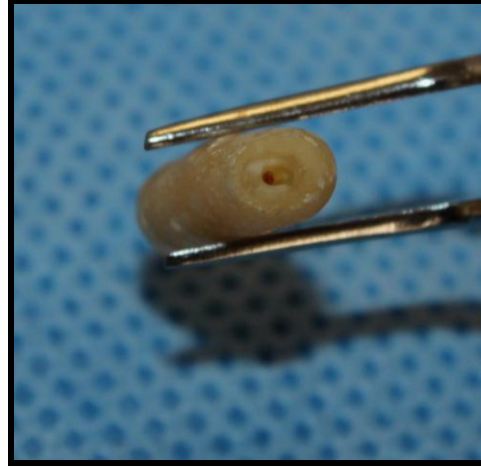
Hazırlanan örneklerin hepsinin kök-ucu kaviteleri 45-80 # kağıt konlarla kurutulduktan sonra retrograd dolguları yapılmak üzere, her bir grup 2 alt gruba ayrıldı. Retrograd kaviteleri açılmış dişlere örnekler Şekil 2.7., Şekil 2.8., Şekil 2.9'da gösterilmiştir. Böylece her grupta 20'şer diş içeren 6 grup elde edildi.



Şekil 2.7. Frez ile oluşturulmuş retrograd kavite.



Şekil 2.8. Lazer ile oluşturulmuş retrograd kavite



Şekil 2.9. Ultrasonik ile oluşturulmuş retrograd kavite

Oluşturulan Grupların retrograd kaviteleri MTA-Angelus (Odonto-Logika Ltd., Parana, Brazil) ve DiaRoot BioAggregate (DiaDent, Burnaby, BC, Canada) ile dolduruldu (Şekil 2.10). Bir plugger yardımıyla dolgu maddeleri kondanase edildi. Deney grupları Çizelge 2.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Retrograd dolgu malzemeleri MTA ve DiaRoot BioAggregate

Çizelge 2.1. Deney Gruplarında kullanılan retropreperasyon yöntemi ve retrograd dolgular

GRUPLAR	Retrograd kavite preparasyonu	Retrograd dolgu
Grup 1 (FM)	Frez	MTA
Grup 2 (FD)	Frez	DiaRoot BioAggregate
Grup 3 (UM)	Ultrasonik	MTA
Grup 4 (UD)	Ultrasonik	DiaRoot BioAggregate
Grup 5 (LM)	Lazer	MTA
Grup 6 (LD)	Lazer	DiaRoot BioAggregate

2.1.4. Kontrol Gruplarının Oluşturulması

Pozitif kontrol grubu (n=10): Bu gruplardaki örneklerin kök kanal dolguları tamamlandı, ancak köklerin kök-ucu kaviteleri boş bırakıldı.

Negatif kontrol grubu (n=10): Bu gruplardaki örneklerin kök kanal dolguları tamamlandı, ancak köklerin kök-ucu kaviteleri siyonoakrilat yapıştırıcı ve yapışkan mum ile kapatıldı.

Hazırlanan tüm örnekler, dolgu materyallerinin sertleştiğinden emin olmak için % 100 nemlilikte 37°C de 1 hafta süreyle etüvde bekletildi. Bu sürenin sonunda

örnekler 12 saat boyunca etilen oksit gazı ile steril edildi (Baumgartner ve ark., 2007; Er ve ark., 2008).

2.2. Bakteriyel Sızıntı Testi

2.2.1. Kullanılan Standart Suşlar

E. faecalis ve *S. aureus* suşları Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'nın Kültür Koleksiyon'undan elde edilmiştir.

2.2.2. Kullanılan Besi Yerleri

Sıvı besi yeri olarak BHI broth (beyin kalp infuzyon buyyonu) (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) ve katı besi yeri olarak Nutrient Agar (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) kullanılmıştır. Ayrıca Nutrient Agara % 5-10 defibrine koyun kanı katılarak Kanlı Agar hazırlanmıştır. Bu besi yerleri standart suşların aktive edilmesinde ve ayrıca etkenlerin test sonu izolasyonunda kullanılmıştır. Test sonucu izole edilen etkenlerin identifikasyonunda *S. aureus* ve *E. Faecalis* için standart biyokimyasal testler yapılmıştır (Akan, 2006; Arda, 2011).

2.2.3. Düzeneğin Hazırlanması

Deney gruplarındaki ve pozitif kontrol grubundaki köklerin apikal yüzeyleri ve koronal bölümleri haricindeki yüzeyleri ile negatif kontrol grubunu oluşturan köklerin tüm yüzeyleri 3 kat tırnak cilası ile kaplandı. Deneyde kullanılan 2 ml'lik Eppendorf tüplerinin (Eppendorf-Elkay, Shrewbury, MA, USA) alt uç kısımları kesilerek, tüplerin içine, kökler tüplerin ucundan 2-3 mm çıkacak şekilde yerleştirildi.

Ependorf tüp ile kök arasında kalan boşluklar akrilik rezin, yapışkan mum (Cavex set up regular, Cavex Holland BV, Haarlem, Netherlands) ve siyanoakrilat yapıştırıcı ile kaplandı. Ependorf tüpünden geçebilecek lastik parça sızıntı oluşturmayacak şekilde ependorf tüpü içine geçirilerek lastik halkayla birlikte boş bir cam tüpe yerleştirildi ve sağlamlığı kontrol edildi (Şekil 2.11). Ependorf tüpü ve lastik parça arasındaki bölgeler, düzenekte sızıntı olmasını önlemek amacıyla siyanoakrilat yapıştırıcı ve 3 kat tırnak cilası ile kapatıldı. Hazırlanan bu düzenek tekrar, etilen oksit gazı ile 12 saat boyunca steril edildi (Baumgartner ve ark., 2007; Er ve ark., 2008).

Sterilizasyon işleminden sonra, hazırlanan deney düzeneği, köklerin apikal 2 mm'si sıvı besi yeriyle temas edecek şekilde (Şekil 2.12), aseptik koşullarda 20 ml BHI broth içeren cam tüplerin içersine yerleştirildi (Şekil 2.13). Daha sonra hazırlanan test düzeneğinin sterilitesini kontrol etmek için 3 gün boyunca 37°C'de etüvde bekletildi.

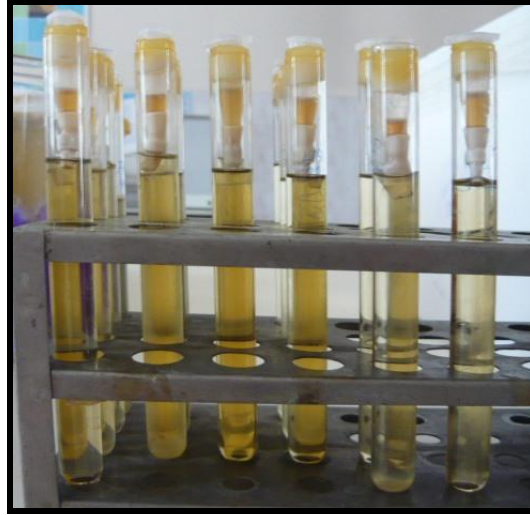


Şekil 2.12. Ependorf tüpü içine yerleştirilen tüpe yerleştirilen diş örneği

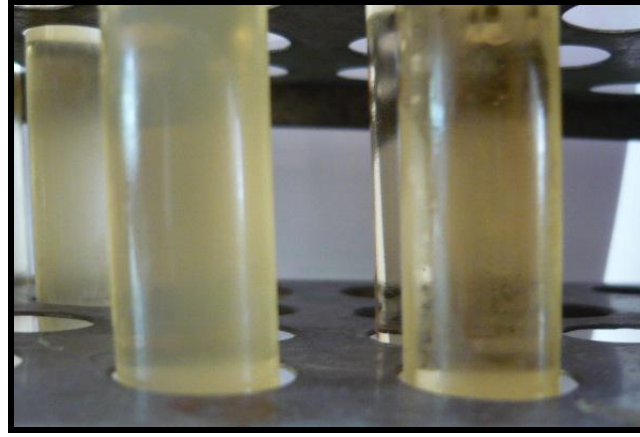


Şekil 2.11. Köklerin apikal 2 mm'si sıvı besi yeriyle temas edecek şekilde yerleştirilmesi.

E. faecalis ve *S. aureus* inokulumu, mikropipet yardımıyla, ayrı ayrı herbirinden 200 μ l alınarak steril Ependorf tüpleri içine enjekte edildi. Tüpler etüvde $35 \pm 2^\circ\text{C}$ ' de, 90 gün boyunca inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresince Ependorf tüpü içindeki *E. faecalis* ve *S. aureus* inokulumu 5 günde bir yenilenip, her gün buyyonlar kontrol edildi. BHI broth bulanıklaşması *E. faecalis* ve *S. aureus*'un sızıntısı ve üremesi olarak değerlendirildi (Şekil 2.14). Sızıntının gözlendiği cam tüplerden bakterilerin varlığını belirlemek amacıyla örnek alınarak Kanlı Agar' a ekimleri yapıldı ve $35 \pm 2^\circ\text{C}$ ' de, 24 saat inkübasyona bırakılarak, biyokimyasal özelliklerine göre *E. faecalis* ve *S. aureus*'un izolasyon ve identifikasyonu yapıldı (Akan, 2006; Arda, 2011). Değerlendirmeden sonra sızıntı günü kaydedilerek, sızıntının olduğu tüpler çalışmadan çıkarıldı. Diğer tüplerin gözlenmesine 90 gün süresince devam edildi. Bu gözlem süresi sonunda kaçınıcı günlerde ve kaç tüpte bakteriyel sızıntı olduğuna dair veriler elde edildi.



Şekil 2.13. Köklerin apikal 2 mm'si sıvı besi yeriyle temas edecek şekilde BKİ besi yeri içeren cam tüplerin içersine yerleştirilmiş hali.



Şekil 2.14. *E. faecalis* ve *S. aureus*'un sızıntısı gözlenen (A) ve gözlenmeyen (B) örnek

2.4. SEM İncelemeleri İçin Ayrılan Örneklerin Hazırlanması

Diğer örneklerde olduğu gibi dişler 4'er adet örnek içeren 3 gruba ayrıldı. Örneklerin kök-ucu kavite preparasyonları bakteriyel sızıntı testi için hazırlanan örneklerde olduğu gibi 3 ayrı teknikle konvansiyonel elmas rond frez (ISO 806314, 010, Meisinger, Neuss, Germany), ultrasonik üniteye (NSK-Nakanishi Inc., Tokyo, Japan) bağlı ultrasonik retrotip E30LD (NSK, Nakanishi Inc., Tokyo, Japan) ve Er:YAG lazer (VersaWave Dental, Hoya ConBio, CA, USA) ile 175 Mj, 20 Hz modunda ayarlanarak ve 600µm çapında dik uç kullanılarak su soğutması altında 3 mm derinliğinde hazırlandı. Bu şekilde hazırlanan gruplardan her bir gruptaki örneklerden 2 tanesinin retrograd dolgusu yapılmadan bırakıldı. Kalan 2 örnekten biri MTA-Angelus (Odonto-Logika Ltd., Parana, Brazil) diğeri ise DiaRoot BioAggregate (DiaDent, Burnaby, BC, Canada) ile dolduruldu. Hazırlanan örnekler altınla kaplandıktan sonra Scanning Elektron Mikroskobu (SEM) (JEOL JSM-6400, Jeol, Tokyo, Japan) incelendi (Erdemir ve Yaman, 2011).

2.5. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 20.0 paket programı ile değerlendirilmiş olup verilerin frekans ve yüzdesel dağılımları verildi. Normallik testi sonucunda, grupları arasında farklılık incelenirken normal dağılmayan değişkenlerde Mann Whitney U

Testi kullanıldı. Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup $p < 0,05$ olması durumunda gruplar arası anlamlı farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise gruplar arası anlamlı farklılığın olmadığı belirtildi.

Değişkenler arası bağımlılık incelenirken, Ki-Kare testi kullanıldı. Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup, $p < 0,05$ olması durumunda gruplar arasında anlamlı bir bağımlılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise gruplar arasında anlamlı bağımlılığın olmadığı belirtildi

Gruplara göre sızıntı hızlarında ve sızıntı oranlarında istatistiksel olarak anlamlı değişimin olup olmadığı Long-Rank testi kullanılarak Kaplan Meier sağkalım analizi ile değerlendirildi. Beklenen ortalama sızıntısız geçen süre ve bu süreler için % 95 güven aralıkları hesaplanarak $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

.

3. BULGULAR

3.1. Bakteriyel Sızıntı Testi Bulguları

Araştırmamızda, pozitif kontrol grubunda 2. günden başlayarak 19 gün içerisinde istatistiksel olarak anlamlı bir sızıntı gözlenirken, negatif kontrol grubunda deney süresince 90 gün boyunca herhangi bir bakteriyel sızıntıya rastlanmadı.

Tüm deney gruplarında 90 günlük gözlem süresince sadece 3. ve 61. günler arasında bakteriyel sızıntı olduğu görüldü. Sızıntı görülen örneklerden *E. faecalis* ve *S. aureus*'un izolasyon ve identifikasyonu yapıldı. Deney gruplarındaki 90 günlük gözlem süresince buyyonda sızıntı izlenen örnek sayısı ve sızıntı gözlenen günler Çizelge 3.1.- Çizelge 3.8' da izlenmektedir. Tüm gruplarda sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve oranlarını gösteren tablo ise Çizelge 3.9' da görülmektedir.

Çizelge 3.1. Grup 1 (Frez MTA)' de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.

Grup1 n=20	Sızıntı Günleri					
	15	47	51	51	54	54
90 GÜNDE TOPLAM 20/6 ÖRNEKTE SIZINTI						

Çizelge 3.2. Grup 2 (Frez DiaRoot)' de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.

Grup 2 n=20	Sızıntı Günleri							
	14	15	27	40	45	47	51	54
90 GÜNDE TOPLAM 20/8 ÖRNEKTE SIZINTI								

Çizelge 3.3. Grup 3 (Ultrasonik MTA)' de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.

Grup 3 n=20	Sızıntı Günleri
	3
90 GÜNDE TOPLAM 20/1 ÖRNEKTE SIZINTI	

Çizelge 3.4. Grup 4 (Ultrasonik DiaRoot)’ de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.

Grup 4 n=20	Sızıntı Günleri		
	27	28	49
90 GÜNDE TOPLAM 20/3 ÖRNEKTE SIZINTI			

Çizelge 3.5. Grup 5 (Lazer MTA)’ de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.

Grup 5 n=20	Sızıntı Günleri		
	27	61	61
90 GÜNDE TOPLAM 20/3 ÖRNEKTE SIZINTI			

Çizelge 3.6. Grup 6 (Lazer DiaRoot)’ de sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.

Grup 6 n=20	Sızıntı Günleri							
	14	16	25	33	34	47	50	61
90 GÜNDE TOPLAM 20/8 ÖRNEKTE SIZINTI								

Çizelge 3.7. Pozitif kontrol grubunda sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.

Pozitif Kontrol Grubu n=10	Sızıntı Günleri									
	2	3	3	5	7	9	9	13	17	19
90 GÜNDE TOPLAM 10/10 ÖRNEKTE SIZINTI										

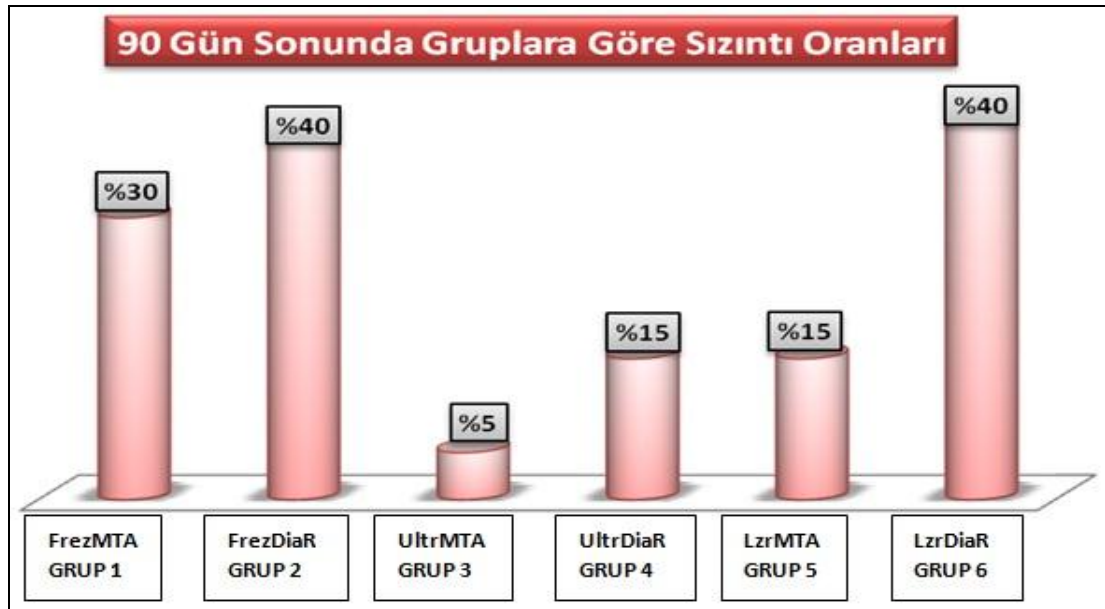
Çizelge 3.8. Negatif kontrol grubunda sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve günleri.

Negatif Kontrol Grubu n=10	Sızıntı Yok
90 GÜNDE TOPLAM 10/0 ÖRNEKTE SIZINTI	

Çizelge 3.9. Tüm gruplarda sızıntı gözlenen örnek sayısı (n) ve oranları.

		Sızıntı Varlığı					
		Sızıntı Yok		Sızıntı Var		Toplam	
		n	%	N	%	n	%
Gruplar	Grup1	14	70.00	6	30.00	20	100
	Grup2	12	60.00	8	40.00	20	100
	Grup3	19	95.00	1	5.00	20	100
	Grup4	17	85.00	3	15.00	20	100
	Grup5	17	85.00	3	15.00	20	100
	Grup6	12	60.00	8	40.00	20	100
	Toplam	91	75.83	29	24.17	120	100

90 gün sonunda Gruplar arasındaki bakteriyel sızıntı miktarını kıyaslayabilmek için incelenen tüm grupların sızıntı oranları hesaplandı. Bunun için her bir gruptaki sızıntı yapan numune sayısı toplam numune sayısına bölündü. Bu şekilde araştırmamızda Grup 1’ de %30, Grup 2’ de %40, Grup 3’ te %5, Grup 4’ te %15, Grup 5’ te %15 ve Grup 6’ da %40 oranında sızıntı olduğu görüldü. Araştırmamızın deney gruplarına ait sızıntı oranları ile ilgili sütun grafikleri Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. 90 gün sonunda gruplara göre sızıntı oranları.

3.2. İstatistiksel Değerlendirme

Her bir deney grubu için 30, 60, 90 gün için kümülatif sızıntı hızları belirlenmiş olup yapılan istatistiksel değerlendirmede ortalama sızdırma zamanları %95 güven aralığında hesaplandı. Her grupta beklenen sızıntısız geçen süreler Çizelge 3.11’de gösterilmiştir. Kümülatif sızıntı hızı Grup 1 için; 30 gün sonunda %5, 60 gün sonunda %30, 90 gün sonunda ise %30 olduğu bulundu. Buna göre Grup 1’in ortalama sızdırma zamanının 13.6 gün olduğu hesaplandı. Grup 2 için; 30 gün sonunda %15, 60 gün sonunda %40, 90 gün sonunda ise %40 olduğu bulundu. Buna göre Grup 2’nin ortalama sızdırma zamanının 14.65 gün olduğu hesaplandı. Grup 3 için; 30 gün sonunda %5, 60 gün sonunda %5, 90 gün sonunda ise %5 olduğu bulundu. Buna göre Grup 3’ün ortalama sızdırma zamanının 0.15 gün olduğu hesaplandı. Grup 4 için; 30 gün sonunda %10, 60 gün sonunda %15, 90 gün sonunda ise %15 olduğu bulundu. Buna göre Grup 4’ün ortalama sızdırma zamanının 5.2 gün olduğu hesaplandı. Grup 5 için; 30 gün sonunda %5, 60 gün sonunda %5, 90 gün sonunda ise %15 olduğu bulundu. Buna göre Grup 5’in ortalama sızdırma zamanının 7.45 gün olduğu hesaplandı. Grup 6 için; 30 gün sonunda %15, 60 gün sonunda %35, 90 gün sonunda ise %40 olduğu bulundu. Buna göre Grup 6’nın ortalama sızdırma zamanının 14 gün olduğu hesaplandı (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10. Çalışma gruplarına göre 30, 60, 90 günlük kümülatif sızıntı hızları, ortalama sızdırma zamanı ve bu süreye ilişkin %95 güven aralıkları

GRUPLAR	Kümülatif Sızıntı Hızları (%)			Ortalama Sızdırma Zamanı (gün)
	30 Günlük	60 Günlük	90 Günlük	(Gün, %95 Güven Aralığı)
Grup 1	5.0	30.0	30.0	13.6 (2.99-24.21)
Grup 2	15.0	40.0	40.0	14.65 (4.92-24.38)
Grup 3	5.0	5.0	5.0	0.15 (-0.16-0.46)
Grup 4	10.0	15.0	15.0	5.2 (-1.04-11.44)
Grup 5	5.0	5.0	15.0	7.45 (-1.57-16.47)
Grup 6	15.0	35.0	40.0	14 (4.5-23.5)

3.2.1. Yöntem grupları arası karşılaştırma

Değişkenler arası farklılık Ki-Kare testi ile değerlendirildi. Yöntem grupları ile sızıntı varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görüldü ($p<0,05$). Ultrasonikle oluşturulan retrograd kavitelere sızıntı varlığının frez ve lazerle oluşturulan örneklerle göre anlamlı derecede az olduğu bulundu. En fazla sızıntının frezle oluşturulan örneklerde olduğu görüldü (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. Yöntem grupları ile sızıntı varlığı arasında istatistiksel olarak gözlenen anlamlı derecedeki bağımlılık

		Yöntem								İstatistiksel Analiz	
		Frez Grup 1, 2		Ultrasonik Grup 3, 4		Lazer Grup 5, 6		Toplam		Ki-kare	p
		n	%	n	%	n	%	n	%		
Sızıntı Varlığı	Sızıntı Yok	26	65.00	36	90.00	29	72.50	91	75.83	7.185	0.028
	Sızıntı Var	14	35.00	4	10.00	11	27.50	29	24.17		
	Toplam	40	100	40	100	40	100	120	100		

3.2.2. Materyaller arası karşılaştırma

Kullanılan iki farklı retrograd dolgu materyali olan MTA ve DiaRoot BioAggregate ile sızıntı varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görülmedi ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görülmemekle birlikte MTA ile doldurulan retrograd kavitelere daha az sızıntı olduğu bulundu (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.12. Retrograd dolgu materyali olarak kullanılan MTA veya DiaRoot BioAggregate arasında sızıntı oluşumunun istatistiksel değerlendirilmesi

		Materyal						İstatistiksel Analiz	
		MTA		DiaRoot BioAggregate		Toplam			
		n	%	N	%	n	%	Ki-kare	P
Sızıntı Varlığı	Sızıntı Yok	50	83.33	41	68.33	91	75.83	2.910	0.088
	Sızıntı Var	10	16.67	19	31.67	29	24.17		
	Toplam	60	100	60	100	120	100		

Kullanılan materyaller arasında sızıntı günleri açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görüldü ($p < 0,05$). MTA ile hazırlanan gruplarda sızıntının DiaRoot BioAggregate gruplarına göre anlamlı derecede daha geç olduğu bulundu (Çizelge 3.13).

Çizelge 3.13. MTA ve DiaRoot BioAggregate kullanılan grupların sızıntı günlerine göre karşılaştırmaları

		Madde						Mann Whitney U Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	SS	Sıra Ort.	U	p
Gün	MTA	60	82.07	90	3	90	19.55	65.53	1498.5	0.035
	DiaRoot Bio Aggregate	60	72.78	90	14	90	26.81	55.48		
	Toplam	120	77.43	90	3	90	23.83			

3.2.3. Grupların çoklu karşılaştırmaları

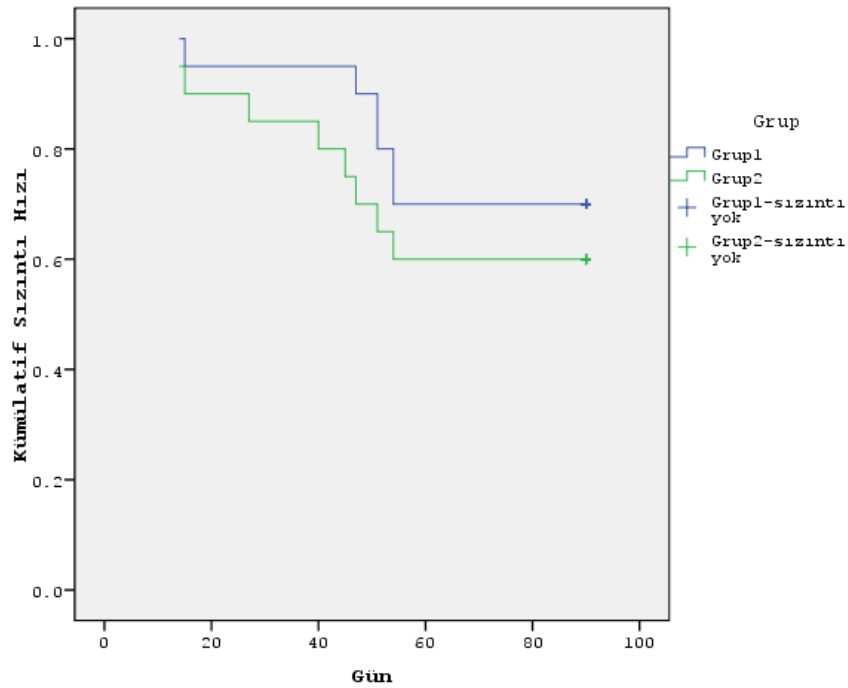
Gruplara ait sızıntı oranlarındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı Log-Rank testi kullanılarak Kaplan Meier sağkalım analizi ile değerlendirildi.

Grup 1 ile Grup 2 (Frez ile oluşturulan retrograd kaviteler) arasında, Grup 3 ile Grup 4 (Ultrasonik ile oluşturulan retrograd kaviteler) arasında ve Grup 5 ile Grup 6 (Lazer ile oluşturulan retrograd kaviteler) arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark görülmedi ($p > 0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte

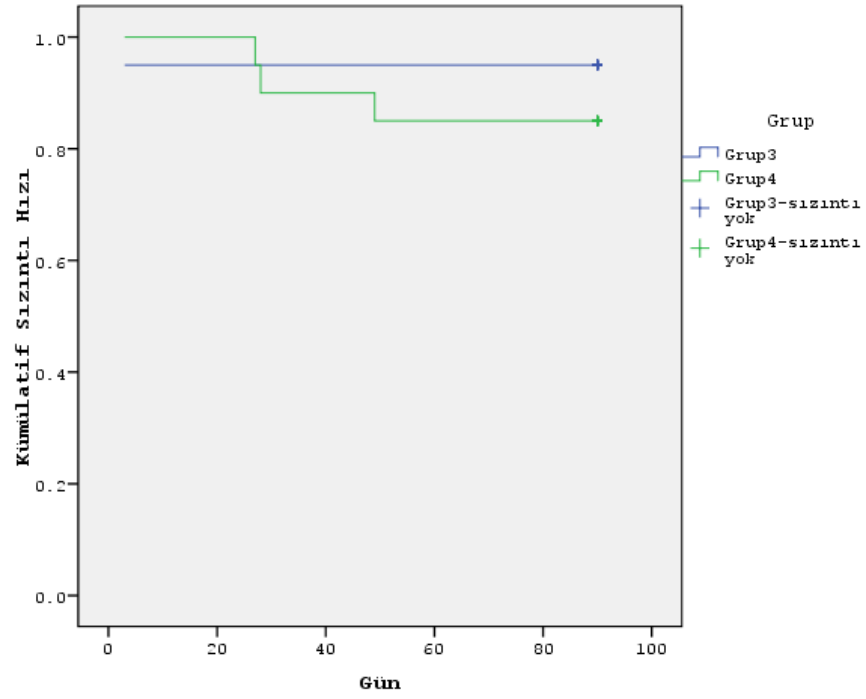
Grup 1 (Frez MTA)' de sızıntı olma zamanı Grup 2 (Frez DiaRoot)' ye göre daha geçtir. Grup 3 (Ultrasonik MTA)' de sızıntı olma zamanı Grup 4 (Ultrasonik DiaRoot)' e oranla daha geçtir. Grup 5 (Lazer MTA)' de sızıntı olma zamanı Grup 6 (Lazer DiaRoot)' ya oranla daha geçtir. Grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması Çizelge 3.14.'de gösterilmiştir. Grupların kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrileri Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4.'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.14. Grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması

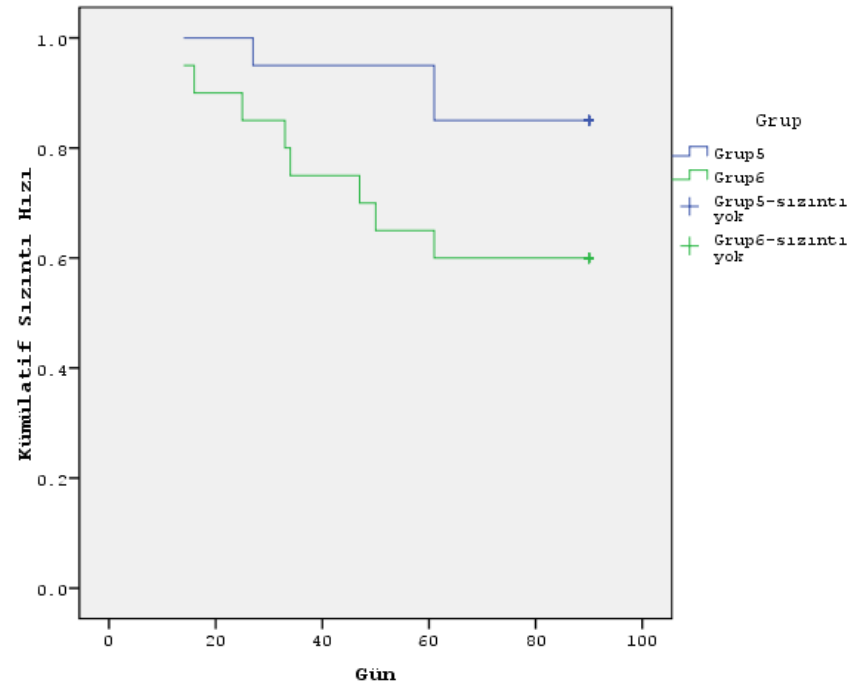
Çoklu Karşılaştırmalar	Log-Rank	p değeri		Mean
Grup 1 – Grup 2	0.738	0.390	p>0.05 Fark yok	Grup I: 76.6 Grup II: 68.65
Grup 3 – Grup 4	1.002	0.317	p>0.05 Fark yok	Grup III: 85.65 Grup IV: 81.7
Grup 5 – Grup 6	3.531	0.060	p>0.05 Fark yok	Grup V: 83.95 Grup VI: 68



Şekil 3.2. Grup 1 ile Grup 2'ye göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi



Şekil 3.3. Grup 3 ile Grup 4'e göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi



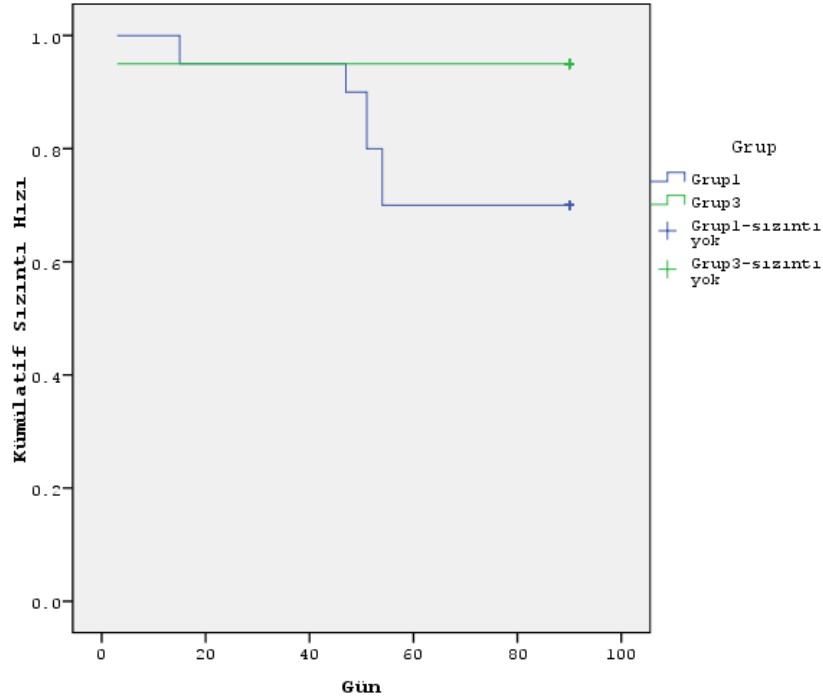
Şekil 3.4. Grup 5 ile Grup 6'ya göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi

Grup 1 (Frez MTA) ile Grup 3 (Ultrasonik MTA) arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark görüldü ($p < 0,05$). Grup 3' de sızıntı olma zamanı Grup 1' e oranla

anlamli derecede daha geçtir. Ancak Grup 1 ile Grup 4 (Ultrasonik DiaRoot), Grup 1 ile Grup 5 (Lazer MTA) ve Grup 1 ile Grup 6 (Lazer DiaRoot) arasında istatistiksel olarak anlamli derecede fark görülmedi ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamli fark olmamakla birlikte Grup 4’ de sızıntı olma zamanı Grup 1’ e oranla daha geçtir. Grup 5’ de sızıntı olma zamanı Grup 1’ e oranla daha geçtir. Grup 6’ da sızıntı olma zamanı Grup 1’ e oranla daha erkendir. Grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması Çizelge 3.15.’da gösterilmiştir. İstatistiksel olarak anlamli derecede fark görülen Grupların kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrileri şekil 3.5’te belirtilmiştir.

Çizelge 3.15. Grup 1 ile diğer grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması

Çoklu Karşılaştırmalar	Log-Rank	p değeri		Mean
Grup 1 – Grup 3	3.936	0.047	$p<0.05$ Fark var	Grup 1: 76.6 Grup 3: 85.65
Grup 1 – Grup 4	1.016	0.314	$p>0.05$ Fark yok	Grup 1: 76.6 Grup 4: 81.7
Grup 1 – Grup 5	1.442	0.230	$p>0.05$ Fark yok	Grup 1: 76.6 Grup 5: 83.95
Grup 1 – Grup 6	0.712	0.399	$p>0.05$ Fark yok	Grup 1: 76.6 Grup 6: 68



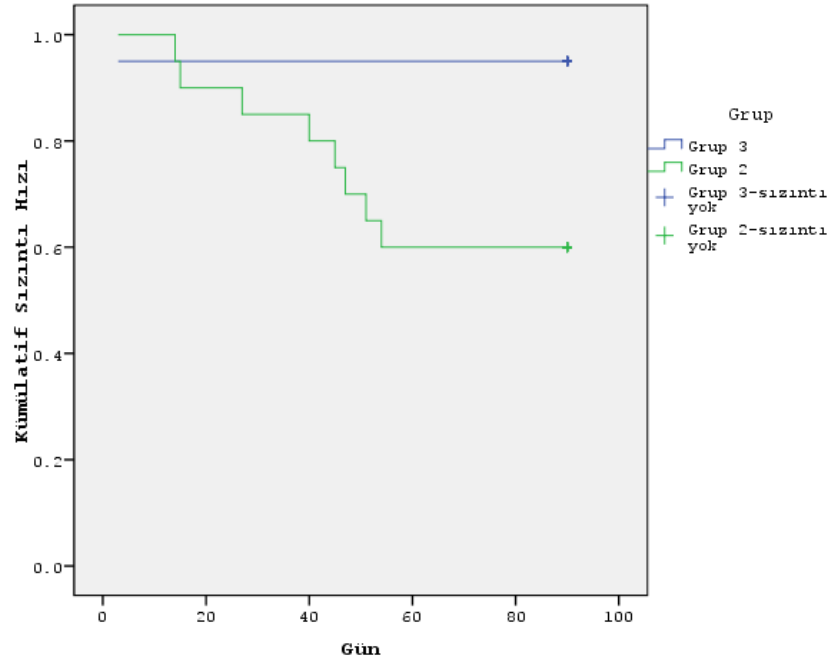
şekil 3.5. Grup 1 ile Grup 3’e göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi.

Grup 2 (Frez DiaRoot) ile Grup 3 (Ultrasonik MTA) arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görüldü ($p<0,05$). Grup 3' de sızıntı olma zamanı Grup 2' ye oranla anlamlı derecede daha geçtir. Fakat Grup 2 ile Grup 4, Grup 2 ile Grup 5 ve Grup 2 ile Grup 6 arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark görülmedi ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte Grup 4' de sızıntı olma zamanı Grup 2' ye oranla daha geçtir. Grup 5' de sızıntı olma zamanı Grup 2' ye oranla daha geçtir. Grup 2' de sızıntı olma zamanı Grup 6' ya oranla daha geçtir.

Grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması Çizelge 3.16.'de gösterilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı fark görülen Grup 2 ile Grup 3'ün kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrileri Şekil 3.6'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.16. Grup 2 ile diğer grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması

Çoklu Karşılaştırmalar	Log-Rank	p değeri		Mean
Grup 2 – Grup 3	6.477	0.011	p<0.05 Fark var	Grup 2: 68.65 Grup 3: 85.65
Grup 2 – Grup 4	3.007	0.083	p>0.05 Fark yok	Grup 2: 68.65 Grup 4: 81.7
Grup 2 – Grup 5	3.572	0.059	p>0.05 Fark yok	Grup 2: 68.65 Grup 5: 83.95
Grup 2 – Grup 6	0.001	0.975	p>0.05 Fark yok	Grup 2: 68.65 Grup 6: 68

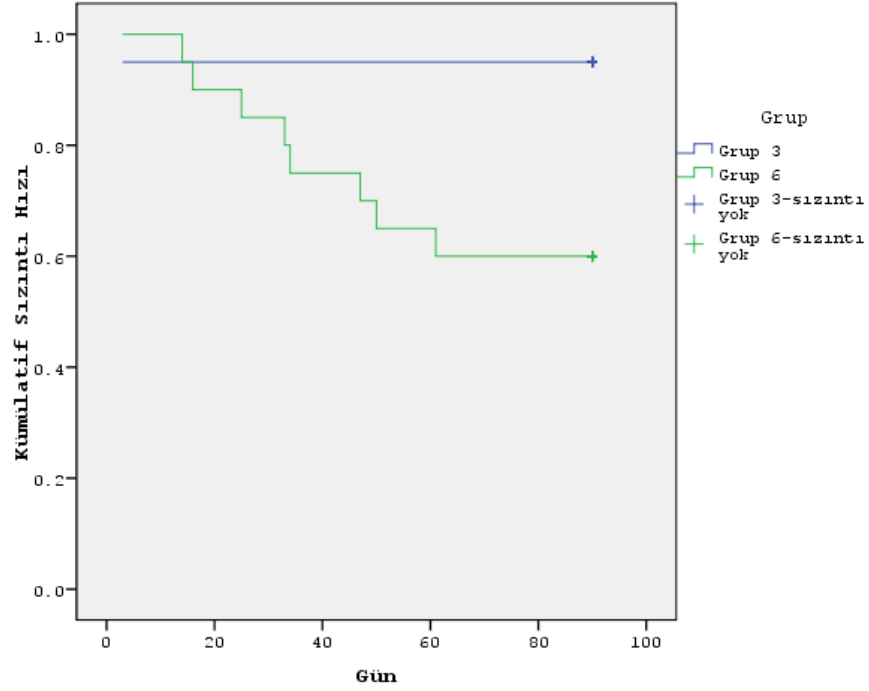


Şekil 3.6. Grup 2 ile Grup 3'e göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi.

Grup 3 (Ultrasonik MTA) ile Grup 5 (Lazer MTA) arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark görülmedi ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte Grup 3' de sızıntı olma zamanı Grup 5' ye oranla daha geçtir. Ancak Grup 3 ile Grup 6 (Lazer DiaRoot) arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark görüldü ($p<0,05$). Grup 3' de sızıntı olma zamanı Grup 6' ya oranla anlamlı derecede daha geçtir. Grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması Çizelge 3.17.'de gösterilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı fark görülen Grupların kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrileri Şekil 3.7'da görülmektedir.

Çizelge 3.17. Grup 3 ile diğer grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması

Çoklu Karşılaştırmalar	Log-Rank	p değeri		Mean
Grup 3 – Grup 5	0.988	0.320	$p>0.05$ Fark yok	Grup 3: 85.65 Grup 5: 83.95
Grup 3 – Grup 6	6.477	0.011	$p<0.05$ Fark var	Grup 3: 85.65 Grup 6: 68



Şekil 3.7. Grup 3 ile Grup 6'ya göre kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi.

Grup 4 (Ultrasonik DiaRoot), ile Grup 5 (Lazer MTA) arasında ve Grup 4 (Ultrasonik DiaRoot), ile Grup 6 (Lazer DiaRoot) arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark görülmedi ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte Grup 5' de sızıntı olma zamanı Grup 4' e oranla daha geçtir. Grup 4' de sızıntı olma zamanı Grup 6' ya oranla daha geçtir. Sızıntı oranlarının karşılaştırılması Çizelge 3.18.'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.18. Grup 4 ile Grup 5 ve Grup 6'nın sızıntı oranlarının karşılaştırılması.

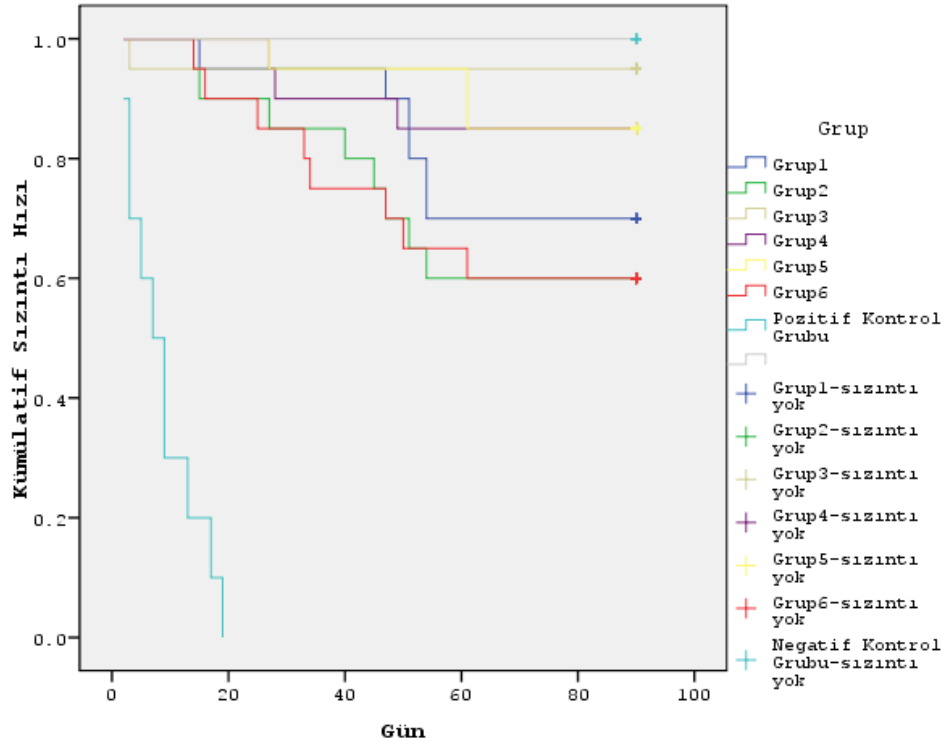
Çoklu Karşılaştırmalar	Log-Rank	p değeri		Mean
Grup 4 – Grup 5	0.003	0.955	$p>0.05$ Fark yok	Grup 4: 81.7 Grup 5: 83.95
Grup 4 – Grup 6	3.023	0.082	$p>0.05$ Fark yok	Grup 4: 81.7 Grup 6: 68

Pozitif Kontrol Grubu ile tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark görüldü ($p<0,05$). Sızıntı oranlarının karşılaştırılması Çizelge 3.19.'de

gösterilmiştir. Pozitif Kontrol Grubu ile tüm Grupların kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrileri Şekil 3.8’de görülmektedir.

Çizelge 3.19. Pozitif Kontrol Grubu ile tüm grupların sızıntı oranlarının karşılaştırılması

Çoklu Karşılaştırmalar	Log-Rank	p değeri		Mean
Pozitif K. – Grup 1	36.975	0.000	p<0.05 fark var	Pozitif K.: 8.7 Grup 1: 76.6
Pozitif K. – Grup 2	34.088	0.000	p<0.05 fark var	Pozitif K.: 8.7 Grup 2: 68.65
Pozitif K. – Grup 3	32.117	0.000	p<0.05 fark var	Pozitif K.: 8.7 Grup 3: 85.65
Pozitif K. – Grup 4	40.064	0.000	p<0.05 fark var	Pozitif K.: 8.7 Grup 4: 81.7
Pozitif K. – Grup 5	40.064	0.000	p<0.05 fark var	Pozitif K.: 8.7 Grup 5: 83.95
Pozitif K. – Grup 6	34.088	0.000	p<0.05 fark var	Pozitif K.: 8.7 Grup 6: 68



Şekil 3.8. Pozitif Kontrol Grubu ile tüm Grupların kümülatif sızıntı hızlarını gösteren Kaplan Meier eğrisi.

3.3. SEM Bulguları

Sem analizi için 3 ayrı yöntem ile hazırlanan örneklerin retrograd dolguları yapılmadan retrograd kavite kenarları incelendi ve ayrıca MTA ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulduktan sonra dolgu materyallerinin dentin ile adaptasyonu gözlensel olarak değerlendirildi. Bu değerlendirmeler sonucunda;

Frez ile hazırlanan retrograd kavite dolguları yapılmadan incelendiğinde kavite kenarının düzensiz keskin sınırlı olduğu ayrıca doku artıkları, debrisler ve frez izleri gözlendi.

Frez ile hazırlanan retrograd kavite MTA ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulduktan sonra incelendiğinde ise dentin ile dolgu materyali arasında iyi adapte olmamış, yer yer aralıklı yüzeyler gözlendi.

Ultrasonik ile hazırlanan retrograd kavite dolguları yapılmadan incelendiğinde temiz ve düzenli kavite sınırları oluşturulduğu ve debrislerin kaviteden uzaklaştırıldığı gözlendi

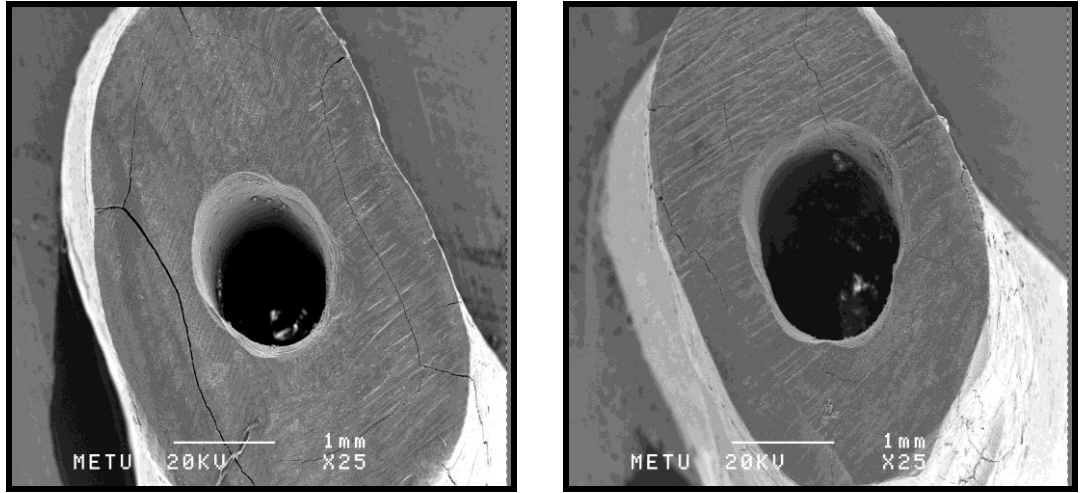
Ultrasonik ile hazırlanan kavite MTA ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulduktan sonra incelendiğinde ise her iki dolgu materyalinin de dentin ile arasında iyi bir marjinal uyum görüldü. Frez ve lazer ile oluşturulan kavitelerden elde edilen görüntülere oranla en iyi adaptasyon ultrasonik grubunda gözlendi.

Lazer ile hazırlanan retrograd kavite dolguları yapılmadan incelendiğinde, kavite yüzeyinin temiz olduğu, debris içermediği, ancak lazer uygulanan dentin yüzeyinde değişim; tübüllü dentin yapısının kaybolduğu ve homojen bir dentin meydana geldiği görüldü. Bununla birlikte dentin yüzeyinde az miktarda parsiyel erime alanları içeren küçük termal bozulma bölgeleri görüldü, ancak karbonizasyon alanına rastlanmadı. Aynı zamanda kavite yüzeyinin girinti çıkıntılı düzensiz olduğu gözlendi. Kavite sınırında frez ve ultrasonik gruplarından farklı olarak keskin kenar sınırının kaybolduğu ve yuvarlaklaştığı görüldü.

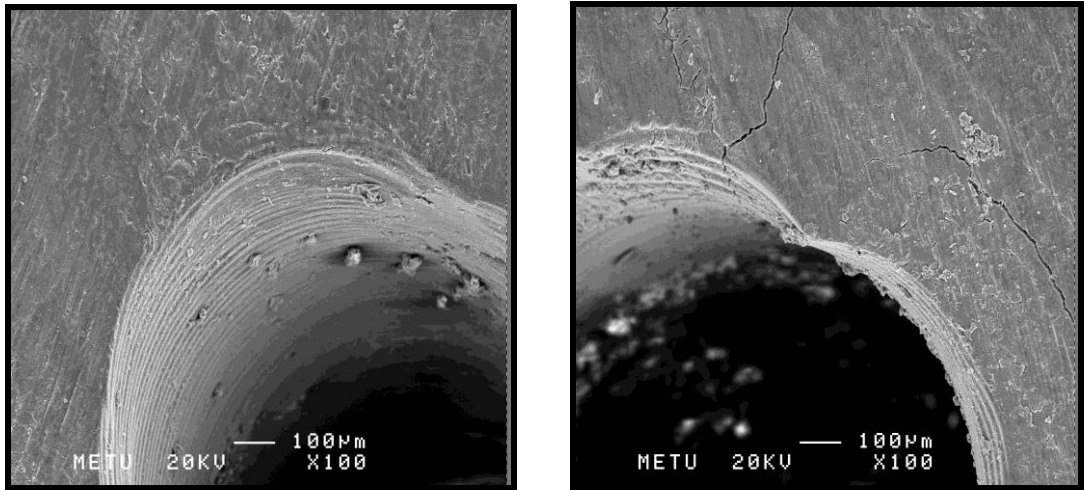
Lazer ile hazırlanan retrograd kavite MTA ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulduktan sonra incelendiğinde ise her iki dolgu materyalinin dentin ile

arasında iyi bir marjinal uyum gözlemlendi. Kavite sınırında meydana gelen yuvarlaklaşmaya her iki dolgu materyalinin iyi bir adaptasyonla sıvandığı gözlemlendi.

Retropreperasyonu frez ile oluşturulan diş örneğinden $\times 25$ ve $\times 100$ büyütmede kavite sınırından alınan görüntülerde debris ve frez izleri gözlenmektedir (Şekil 3.9, Şekil 3.10).



Şekil 3.9. Retropreperasyonu frez ile oluşturulmuş $\times 25$ büyütmede diş örnekleri (A-B).

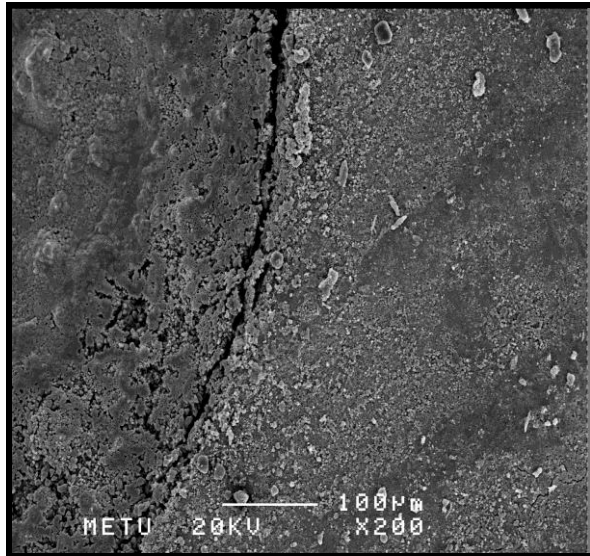


Şekil 3.10. Retropreperasyonu frez ile oluşturulmuş $\times 100$ büyütmede diş örnekleri (A-B).

Retropreperasyonu frezle oluşturulup, retrograd kavitesi DiaRoot BioAggregate ile doldurulmuş diş örnekleri $\times 25$ ve $\times 200$ büyütmede incelendi. Dentin ile dolgu materyali arasında iyi adapte olmamış yer yer aralıklı yüzey $\times 200$ büyütmede gözlendi (Şekil 3.11, Şekil 3.12).



Şekil 3.11. Retropreperasyonu frezle oluşturulup, retrograd kavitesi DiaRoot BioAggregate ile doldurulmuş diş örneğinin $\times 25$ büyütmede görüntüsü.

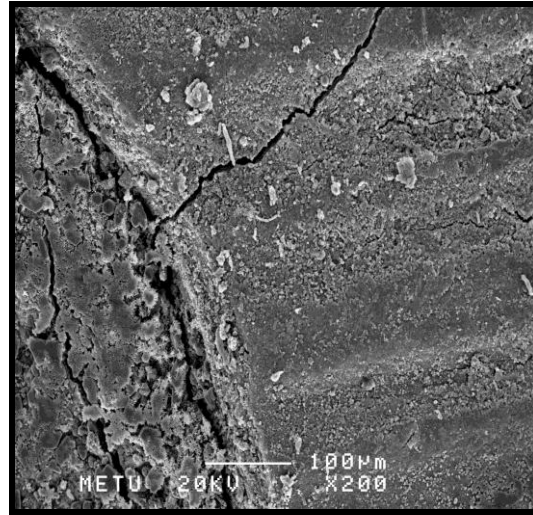


Şekil 3.12. Retropreperasyonu frezle oluşturulup, retrograd kavitesi DiaRoot BioAggregate ile doldurulmuş diş örneklerinin $\times 200$ büyütmede görüntüsü.

Retropreperasyonu frezle oluşturulup, retrograd kavitesi MTA ile doldurulmuş diş örnekleri $\times 25$ ve $\times 200$ büyütmede incelendi. Dentin ile dolgu materyali arasında iyi adapte olmamış aralıklı yüzey $\times 200$ gözlemlendi (Şekil 3.13, Şekil 3.14).

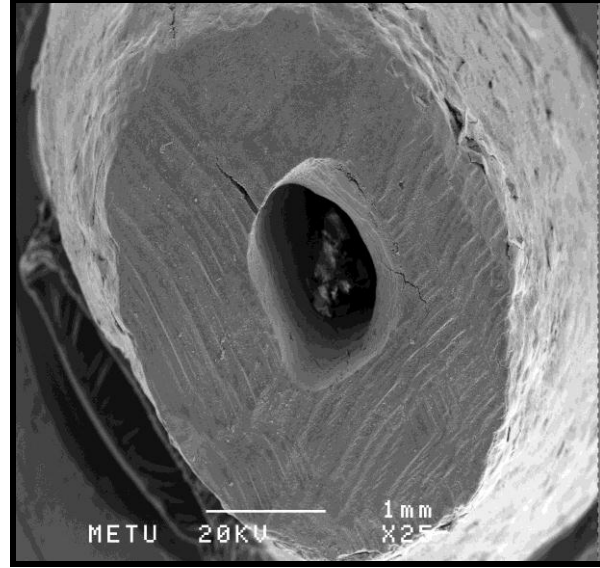


Şekil 3.13. Retropreperasyonu frezle oluşturulup, retrograd kavitesi MTA ile doldurulmuş diş örneğinin $\times 25$ büyütmede görüntüsü.

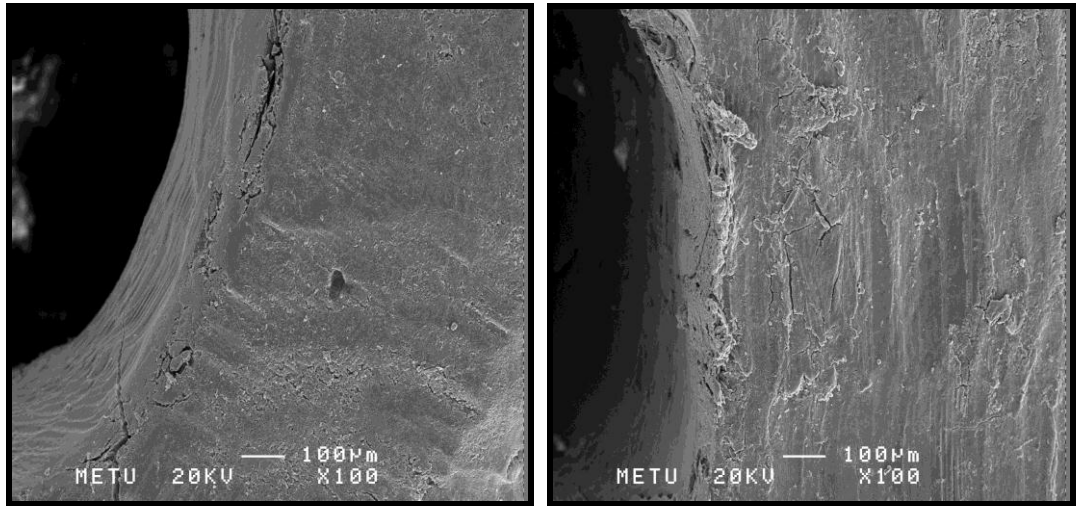


Şekil 3.14. Retropreperasyonu frezle oluşturulup, retrograd kavitesi MTA ile doldurulmuş diş örneğinin $\times 200$ büyütmede görüntüsü.

Retropreperasyonu Ultrasonikle oluşturulan retrograd kavitenin $\times 25$ $\times 100$ büyütmede kavite sınırlarının temiz ve düzenli olduğu gözlemlendi (Şekil 3.15, Şekil 3.16).

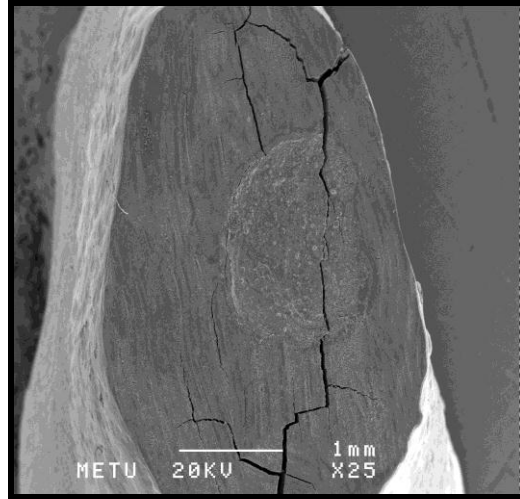


Şekil 3.15. Retropreperasyonu ultrasonikle oluşturulmuş $\times 25$ büyütmede diş örneği.



Şekil 3.16. Ultrasonikle oluşturulan retrograd kavitelerin $\times 100$ büyütmede görüntüsü.

Ultrasonik ile oluşturulan retrograd kavitelerin DiaRoot BioAggregate ve MTA ile doldurulduktan sonra $\times 25$ büyütmedeki görünümü Şekil 3.17 ve Şekil 3.18’ de görülmektedir.

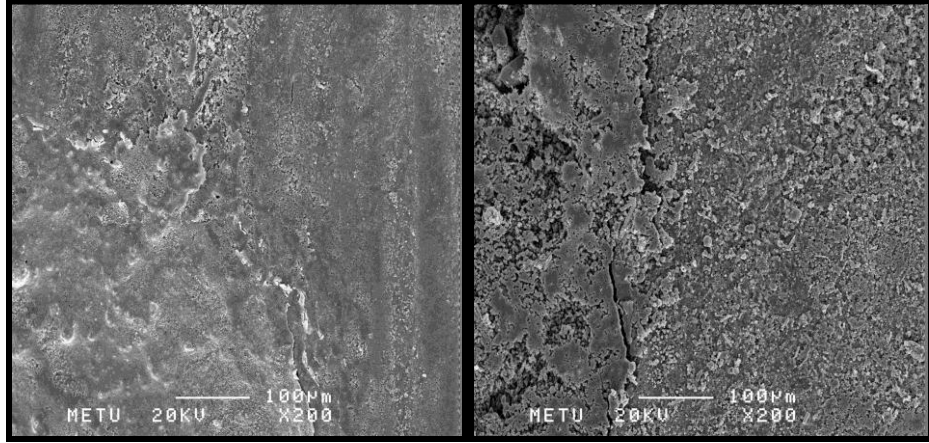


Şekil 3.17. Retrograd kavitesi DiaRoot ile doldurulmuş diş örneği.



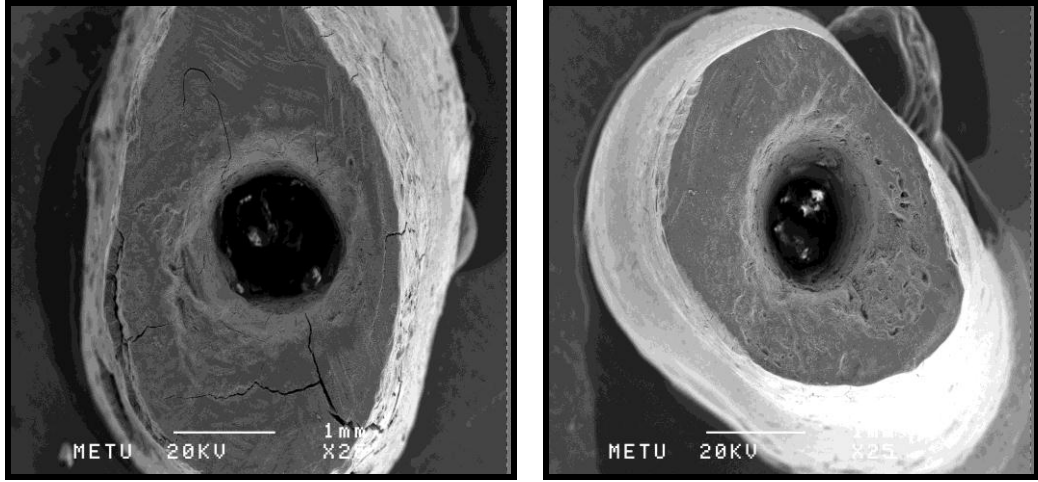
Şekil 3.18. Retrograd kavitesi MTA ile doldurulmuş diş örneği.

Ultrasonik ile oluşturulan retrograd kavitelerin DiaRoot BioAggregate ve MTA ile doldurulduktan sonra $\times 200$ büyütmedeki görüntülerinde dentin ile dolgu materyalleri arasında iyi bir marjinal adaptasyon olduğu görüldü (şekil 3.19). Diğer yöntemlerden elde edilen görüntülere oranla en iyi dolgu maddesi adaptasyonu ultrasonik grubunda g zleildi.

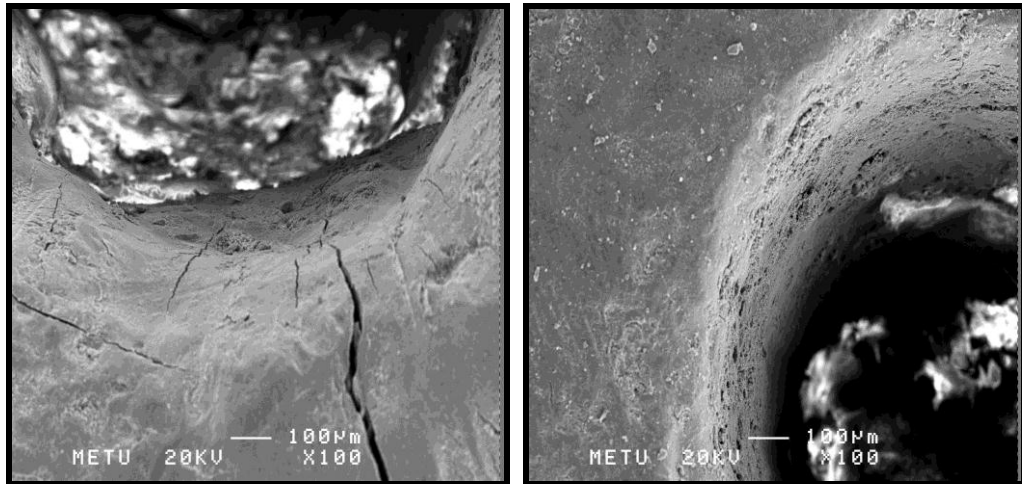


şekil 3.19. Retrograd kavitesi DiaRoot (A) ve MTA (B) ile doldurulmuş diş  rnekleri.

Retropreparasyonu lazer ile oluşturulmuş diş örneklerinin $\times 25$ büyütmedeki görüntüleri Şekil 3.20’ de, ve örneklerin $\times 100$ büyütmedeki kavite sınırlarından alınan görüntüleri Şekil 3.21’ de görülmektedir. Bu büyütmede, kavite sınırında frez ve ultrasonik gruplarından farklı olarak keskin kenar sınırının kaybolduğu ve yuvarlaklaştığı görüldü. Ayrıca kavite yüzeyinin temiz olduğu ve debris içermediği görüldü.

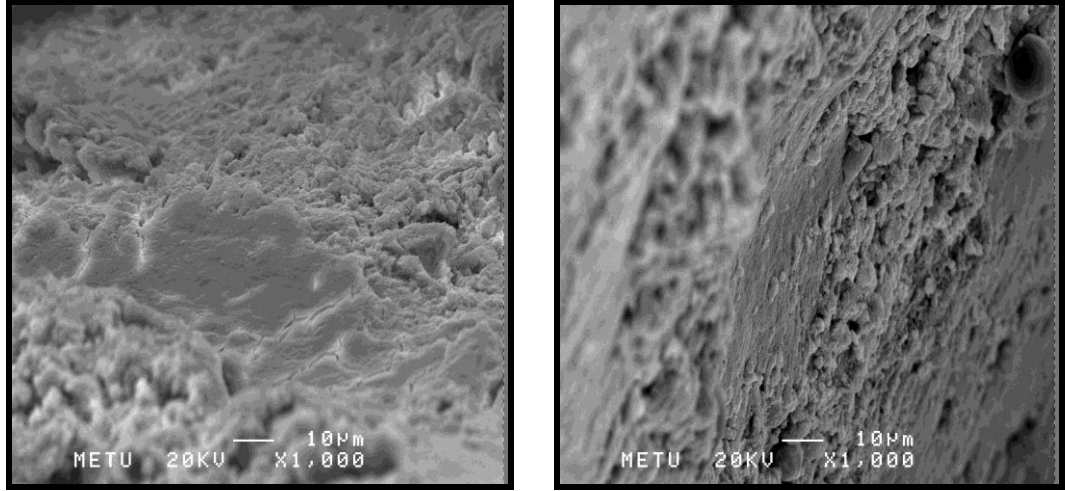


Şekil 3.20. Retropreparasyonu lazer ile oluşturulan diş örnekleri $\times 25$ büyütmede görüntüsü.



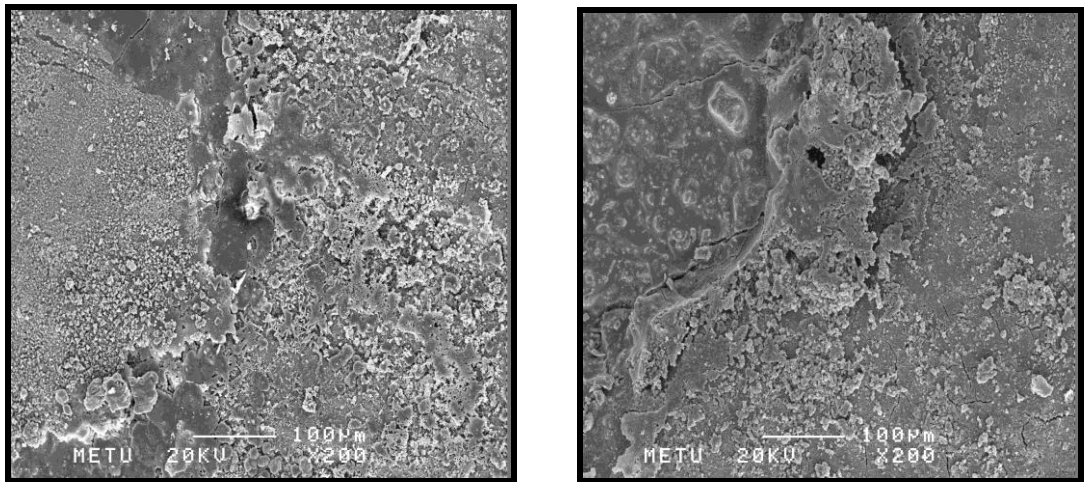
Şekil 3.21. Lazerle açılan retrograd kavitelerin $\times 100$ büyütmede kavite sınırı gözlenmekte.

Lazerle hazırlanan kavitelerde dentin yüzeyinde tübüllü dentin yapısının kaybolduğu ve homojen bir dentin meydana geldiği görüldü. Dentin yüzeyinde az miktarda parsiyel erime alanları içeren küçük termal bozulma bölgeleri gözlemlendi. Ayrıca dentin yüzeyinin girinti çıkıntılı düzensiz bir yapıda olduğu görüldü (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Lazer uygulanmış dentin yüzeyindeki değişimin görüntüsü.

Retropreperasyonları lazerle oluşturulup, retrograd kavitesi DiaRoot BioAggregate ve MTA ile doldurulmuş diş örneklerinin $\times 200$ büyütmede görüntüsünde dentin ile dolgu materyalleri arasındaki iyi marjinal uyum ve ayrıca lazer uygulamasına bağlı kavite sınırında oluşan yuvarlaklaşmaya da dolgu materyalinin sıvandığı gözlemlendi (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Retrograd kavitesi DiaRoot ile doldurulmuş diş örneği (A), retrograd kavitesi MTA ile doldurulmuş diş örneği (B)

4. TARTIŞMA

Apikal cerrahi, konvansiyonel endodontik tedavinin başarısız olduğu ve tekrarlanamadığı durumlarda uygulanan bir tedavi seçeneğidir. Apikal cerrahide amaç; periapikal patolojinin oluşmasına sebep olan iritanlar ve potansiyel etkenlerin elimine edilmesidir. Nekrotik dokunun uzaklaştırılması, kök ucunun kesilmesinden sonra yeterli boyutlarda retrograd kavite hazırlanması ve bu kavitenin ideal bir dolgu materyali ile sızdırmaz bir şekilde kapatılması apikal cerrahinin aşamalarıdır. Retrograd kavitenin şekli, yüzey yapısı, retrograd dolgu materyalinin yapısı ve tipi apikal tıkamada başarıyı etkileyen faktörler arasında sayılır (Karlovic ve ark., 2005; Alaçam, 2012).

Çalışmamızın amacı üç farklı yöntemle (konvansiyonel yöntem (frez), ultrasonik retrotip ve Er:YAG lazer) oluşturduğumuz retrograd kavitelerin, MTA ve DiaRoot BioAggregate materyalleri ile doldurulduktan sonra oluşan bakteriyel sızıntılarını değerlendirmektir. Günümüze kadar yapılan çeşitli çalışmalarda, farklı dolgu materyalleri ve teknikler kullanılarak uygulanan apikal rezeksiyon sonrası oluşan mikrosızıntı minime indirilmeye ve hatta tamamen ortadan kaldırılmaya çalışılmış, ancak her ne kadar farklı dolgu materyalleri ile bu mikrosızıntı engellenmeye çalışılsa da yapılan çalışmalarda mikrosızıntıyı tamamen engelleyebilecek bir materyal veya metot bulunamamıştır (Bodrumlu, 2008; Alaçam, 2012). Bu konuyu araştırmak amacıyla çalışmamızda 3 farklı yöntemle açılan retrograd kavitelerin, MTA ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulduktan sonra oluşan bakteriyel sızıntıları değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, kök yüzeyinde oluşabilecek çatlakların ve kırıkların, deney sonuçlarını etkilememesi için yapısındaki nemi koruyan, kırılğan hale gelmemiş yeni çekilmiş insan dişleri kullanılmıştır (John ve ark., 2008; Nagas ve ark., 2010; Bailón-Sánchez ve ark., 2011). Bu nedenle çalışmamızda bizde yeni çekilmiş insan dişlerinden yararlandık

Wu ve ark. (1993), araştırmalarında değişkenliği en aza indirebilmek amacıyla aynı grup dişlerin kullanılmasını ve bu dişlerin boyutlarının, kanal çaplarının, kanal anatomilerinin de benzer olmasının gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca standardizasyonun sağlanabilmesi için, çürüksüz ve restorasyonu olmayan dişlerin kullanılmasının gerektiği de vurgulanmıştır (Retief, 1991). Bu nedenle araştırmamızda, arka grup dişlerin anatomileri değişkenlik gösterdiği için kök kanallarını standardize etmek amacıyla ve anatomik varyasyonlardan kaçınmak için yeni çekilmiş, tek köklü, düz kanallı, çürüksüz üst kesici insan dişleri kullanılmıştır.

Uygulanan apikal cerrahilerde rezeke edilen dokunun miktarı, lateral kanal sıklığına ve kök ucundaki apikal dallanmaların varlığına bağlıdır. Apekten 3 mm mesafede yapılan rezeksiyon başarısızlığa neden olabilecek anatomik oluşumların çoğunu ortadan kaldırmaktadır. Eğer 3 mm'den fazla kesim yapılırsa sağlıklı kron/kök oranı bozulur. Geride kalabilen lateral kanallar retrograd kavite ve dolgu ile kapatılmalıdır (Alaçam, 2012).

Retrograd kavite hazırlanmasında, kavitenin derinliğinin ve açısının da apikal sızıntı üzerinde önemli olduğu gösterilmiştir. Apikal rezeksiyon esnasında eğim açısının artması sızıntıyı artırmaktadır. Çünkü daha fazla dentin yüzeyi ve dentin tübülü açığa çıkmaktadır. Rezeksiyonun dişin uzun aksına dik olduğu durumunda apikal sızıntının azaldığı gösterilmiştir. Klinik uygulamalarda ideal bir retrograd kavitenin 3 mm derinliğinde ve birbirine paralel duvarlara sahip olması gerektiği konusunda ortak görüş hakimdir (Gilheany ve ark., 1994; Gagliani ve ark., 1998; Tobon-Arroyave ve ark., 2007; Er, 2008). Bu sebeple tez çalışmamızda kök ucu kesim açısı 90° ve retrograd kavite derinliği 3 mm olacak şekilde örnekler hazırlanmıştır.

Çalışmamızda retrograd kavite hazırlanmasında frez, ultrasonik ve lazerlerden yararlanılmıştır. Bu şekilde retrograd kavite hazırlayarak dolgu materyaline iyi bir tıkama için yer sağlamayı amaçladık. Bizim alışmamızda da ilk grubumuzu konvansiyonel bir yöntem olan elmas rond frez ile hazırladığımız kaviteler oluşturmaktadır. Frez ile oluşturulan retrograd kavitelerde çeşitli sorunlar ortaya çıktığı bildirilmektedir. Kök yüzeyinde mikro çatlakların ve kavite yüzeyinde smear

tabakası oluşması ayrıca klinik uygulamalarda frezin açısının kavite hazırlamaya pek uygun olmaması nedeniyle perforasyon oluşma riski oldukça yüksektir. Zira frez kullanılarak bu çok küçük alanda kavite duvarlarını birbirine paralel olarak hazırlamak zordur. Bu olumsuzluklardan dolayı apikal cerrahide daha başarılı sonuçlar elde edebilmek için farklı alternatiflerden yararlanılmıştır (Plotino ve ark., 2007). Bu yöntemlerden birisi ultrasonik uçlardır. Şekilleri ve açıları itibarıyla daha kolay giriş sağlanır. Uygun kavite şekli sağlanarak daha düzgün ve dokuyu koruyan kaviteler oluşturulabilir (Ishikawa ve ark., 2003; Rahimi ve ark., 2010). Bu nedenle son yıllarda geniş kullanım alanı bulan ultrasonik uçlar çalışmamızın diğer bir grubunda da tercih edilmiştir.

De Lange ve ark. (2007), klinik çalışmalarında konvansiyonel frezlerle oluşturulan retropreparasyonlarla, ultrasonik uçlarla gerçekleştirilen retropreparasyonların apikal cerrahinin başarısı üzerine etkisini incelemişler, tedaviden bir yıl sonra radyografik ve klinik muayenede başarı oranını karşılaştırmışlardır. Frez grubunun başarı oranını % 70,9 iken ultrasonik grubun başarı oranı ise % 80,5 olarak tespit etmişlerdir.

Sumi ve ark. (1996), apikal cerrahide retrograd kavitenin ultrasonik uçlarla oluşturulmasının başarıya etkisini klinik çalışmalarında 6 aydan 3 yıla kadar klinik ve radyografik olarak değerlendirerek, başarı oranını % 92,4 olarak bulmuşlardır.

Chailertvanitkul ve ark. (1998), yaptıkları mikrobiyal sızıntı çalışmalarında ultrasonik ile oluşturulan retrograd kavitelerin frezler ile oluşturulan retrograd kavitelere oranla daha az sızıntı yaptığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızın sonucunda da benzer olarak ultrasoniklerle oluşturulan retrograd kavitelere daha az bakteriyel sızıntı gözlenmiştir.

Frezlerle kıyaslandığında, rezeksiyon sonrasında kök ucunda hiç eğim açısı gerektirmemesi veya minimal eğim açısı ile kök kanallarının anatomisine uygun daha derin prepare edilmiş, diş dokusunun daha fazla korunduğu kaviteler ultrasoniklerle elde edilebilmektedir. Araştırmalarda dezavantaj olarak mikroçatlakların oluşmasından bahsedilse bile, bazı araştırmacılar ultrasonik

cihazların kök ucunda çatlak oluşumundan sorumlu olmadıklarını bildirmişlerdir (Engel ve Steiman, 1995; Layton ve ark., 1996; Waplington, 1997; Alaçam, 2012). Ayrıca ultrasonik ucun uygun güçte kullanımı ve uygun uç seçimi ile çatlak oluşturma ihtimali minime indirilebilmektedir. Bu amaçla düz yüzeyli ve elmas kaplı ultrasonik uçlar daha çok tercih edilmektedir (Abedi ve ark., 1995; Navarre ve Steiman, 2002).

Ishikawa ve ark. (2003), paslanmaz çelik, zirkonyum nitrit kaplı ve elmas kaplı ultrasonik uçların etkinliklerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, her üç ultrasonik ucunda aynı sayıda mikroçatlak oluşturduğunu gözlemişlerdir.

Khabbaz ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada retrograd kavite preparasyonlarını düz paslanmaz çelik ve elmas kaplı paslanmaz çelik ultrasonik uçlarla yapmışlardır. Çalışmalarından elde edilen yüzeyleri mikroskopta incelemişler ve elmas kaplı paslanmaz çelik ultrasonik uçlarla yapılan retropreparasyon yüzeylerinde hiç çatlakla rastlamazlarken, düz paslanmaz çelik uçlarla oluşturulan retrograd kavite yüzeylerinde çatlak oluşumuna rastlamışlardır.

Ultrasonik cihazın hangi güçte kullanılacağına dair çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Waplington ve ark. (1997), farklı güç seviyelerinde gerçekleştirilen retropreparasyonların, çatlakların miktarı üzerine etkisi olmadığını tespit etmişlerdir.

Taschieri ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada ultrasonik cihazın gücünü yarım güç ve tam güç seviyesi olmak üzere iki seviyede ayarlayıp kullandıklarında tam güç seviyesinde oluşan çatlakların sayısının yarım güç seviyesinde oluşanlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Bernardes ve ark. (2007), da yaptıkları *in vitro* çalışmalarında orta güç seviyesinde kullandıkları ultrasonik retrotiplerle herhangi bir çatlak oluşumuna rastlamamışlardır. Konuyla ilgili literatürler ışığında, tez çalışmamızda elmas kaplı ultrasonik retrotip tercih edilerek, orta güç seviyesinde kullanılmıştır.

Son yıllarda retrograd kavite hazırlanmasında frezlere ve ultrasonik uçlara alternatif olarak lazerler kullanılmaktadır. Farklı lazer çeşitlerinin apikal cerrahide etkinliğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Karlovic ve ark., 2005; Lee ve ark., 2007). Bu nedenle çalışmamızın diğer bir grubunda ise retrograd kaviteler Er:YAG lazer ile oluşturulmuştur.

Er:YAG lazerle ablasyon sürecinin değerlendirildiği çok sayıda çalışmada, Er:YAG lazerin diş sert dokularını kaldırabilme etkinliği gösterilmiştir. Hibst ve Keller (1989), çevre dokulara termal zarar vermeden mine ve dentinde kavite preparasyonunda Er:YAG lazer kullanımının öncülerindendir. Daha sonra Er: YAG lazerin kök-ucunun kesilmesinde kullanıldığı çalışmalar yapılmıştır (Komori ve ark., 1997; Gouw Soares ve ark., 2001). SEM çalışmaları sonucunda lazer ile oluşturulmuş rezeksiyon yüzeylerinin smear tabakası içermeyen, dentin tübüllerinin açığa çıktığı, temiz ve kısmen düzensiz yüzeyler olduğu gösterilmiştir (Hibst ve Keller, 1989; Keller ve Hibst, 1989; Paghdwala, 1993; Wallace, 2006; Çalışkan ve ark., 2010).

Endodontik cerrahide lazer farklı parametre değerlerinde kullanılmıştır (Paghdwala, 1993; Komori ve ark., 1997; Gouw Soares ve ark., 2001; Çalışkan ve ark., 2010). Paghdwala (1993), *in vitro* çalışmasında apikal rezeksiyonu Er:YAG lazerle 50-90 mJ enerji ve 6 Hz frekans değerinde gerçekleştirmiştir. Komori ve ark. (1997), ise klinik çalışmalarında apikal rezeksiyon işleminde Er:YAG lazeri 14-20 Hz frekans ve 50 mJ enerji değerinde yada 2-13 Hz frekans ve 500 mJ enerji değerlerinde kullanmışlardır. Karlovic ve ark. (2005), ise *in vitro* çalışmalarında konvansiyonel teknikle apikal rezeksiyonlarını yaptıkları dişlerin retropreparasyonlarını 280 mJ enerji ve 10 Hz frekans değerlerinde uygulamışlardır. Çalışkan ve ark. (2010), ise yaptıkları çalışmada Er:Cr: YSGG lazeri 175 mJ enerji ve 20 Hz frekans değerinde 3,5 W güçte retropreparasyonda kullanmışlardır.

Attar ve ark. (2008), ise yapmış oldukları çalışmada farklı enerji düzeyleri kullanarak Er:YAG lazer ve geleneksel yöntemlerle açılan kavitelerin mikrosızıntılarını karşılaştırmışlardır. Güç ve enerjide meydana gelen

değişikliklerde; 15 Hz frekans ve 200 mJ enerji uygulanan grubun 10 Hz frekans ve 300 mJ enerji uygulanan gruba göre daha az mikrosızıntı gösterdiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise Er:YAG lazer cihazı kullanım talimatları uyarınca 175 mJ enerji ve 20 Hz frekans değerlerinde kullanılmıştır.

Yapılan sızıntı çalışmalarında araştırmacılar retrograd kavitelerde amalgam, gümüş konlar, çinko oksit öjenol, ısıtılmış gutaperka, polikarboksilat siman, cam iyonomer siman, altın yaprak, teflon, kompozit, kalsiyum fosfat içerikli biyomateriyaller gibi retrograd dolgu materyallerinden yararlanmışlardır (Baker ve Oguntebi, 1990; Torabinejad ve ark., 1993; Kim ve ark., 2000; Kim, 2002; Baek ve ark., 2005). Birçok araştırmacı tarafından, farklı yöntemler kullanarak çeşitli retrograd dolgu materyallerinin sızıntısı da değerlendirilmiştir (Torabinejad ve ark., 1994; Torabinejad ve ark., 1995e; Adamo ve ark., 1999; Mangin ve ark., 2003; Karlovic ve ark., 2005). İdeal bir retrograd dolgu materyali kök kanal sistemi ile çevre dokular arasındaki iletişim kapatabilmeli, böylece sıvı ve bakteri geçişi önlenmelidir. Ayrıca nontoksik, nonkarsinojenik, çevre dokularla biyoyumlu olmalı ve vücut sıvılarında da erimemelidir. Boyutsal stabilite göstermelidir. Endodontideki pek çok materyal bu özelliklerin hepsini birden taşımamaktadır. Son yıllarda ideal retrograd dolgu materyali arayışıyla bir çok çalışma yapılmış, ilk başta MTA, yakın bir zamanda da DiaRoot BioAggregate geliştirilmiştir. Bizim çalışmamızda da ideal retrograd dolgu materyalinin birçok özelliğini taşıyan, sızdırmazlık ve marjinal adaptasyon gibi özelliklerinden hareketle MTA ve DiaRoot BioAggregate'in kullanılması tercih edilmiştir.

Torabinejad ve ark. (1994), çalışmalarında retrograd dolgu materyali olarak amalgam, Süper-EBA, IRM ve MTA'nın boya sızıntısını kan varlığında ve yokluğunda incelemişler ve MTA'nın diğer materyallere göre daha az sızıntı gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Endodontide apikal sızıntının değerlendirilmesinde kullanılan sızıntı çalışmaları incelendiğinde, standart tek bir yöntem olmayıp çeşitli tekniklerin kullanıldığı görülmüştür. Bu yöntemler arasında en sık kullanılanlar; Sıvı filtrasyon yöntemi,

radyoaktif izotoplar yöntemi, elektrokimyasal teknik, boya penetrasyon yöntemi ve bakteriyel sızıntı yöntemidir (Karlovic ve ark., 2005; Torabinejad ve ark., 1994; Torabinejad ve ark., 1995e; Wu ve ark., 1994; Wu ve ark., 1993; Wu ve Wesselink, 1993; Liberman ve ark., 2001; Xu ve ark., 2005; Koagel ve ark., 2008; Çiftçi ve ark., 2009; Hartwell ve ark., 2010)

Çalışmamızda, biyolojik ortamı ve klinik koşulları, diğer sızıntı değerlendirme yöntemlerine göre daha iyi yansıtan, deney düzeneğine sürekli canlı bakteriler ilavesi ile daha uzun süreli sızıntının değerlendirilmesine imkân sağlayan bakteriyel sızıntı yöntemi tercih edilmiştir (Timpawat ve ark., 2001; Maltezos ve ark., 2006).

Bakteriyel sızıntı çalışmalarında, deney düzeneğinin sterilizasyonu da önem taşımaktadır (Jacobson ve ark., 2002). Etilen oksit sterilizasyon amacıyla kullanılan renksiz, kokusuz, havadan biraz daha ağır, yanıcı ve patlayıcı toksik bir gazdır. Etilen oksit güçlü bir antimikrobiyal ajan olup, bilinen tüm virusleri, bakterileri ve bakteri sporlarını yok edebilmektedir. Mikroorganizmaların hücre duvarı ile reaksiyona girerek irreversibl alkalileşmeye sebep olmaktadır. Ayrıca etilen oksit birçok tıbbi malzeme ile de uyumludur. Sıcaklığa duyarlı malzemeler için tercih edilen bir yöntemdir (Er ve ark., 2008; Esen, 2011). Bu nedenle bizim çalışmamızda da etilen oksit sterilizasyonu tercih edilmiştir.

Bakteriyel sızıntı çalışmalarında örneklerin takibi için farklı zaman periyotlarında değerlendirmeler yapılmıştır. Örneğin, Swanson ve Madison (1987), 56, Yücel ve Çiftçi (2006) 60, Brosco ve ark. (2008), ise takip süresi olarak 120 günü kullanmışlardır. Fakat bakteriyel sızıntı çalışmaları ile ilgili veriler farklılık göstermektedir. Khayat ve ark. (1993), 30 gün içerisinde tüm kök kanallarında sızıntı oluştuğunu, Torabinejad ve ark. (1990), ise 19. günde örneklerin %50'sinden fazlasında sızıntı gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. Bunların aksine Saleh ve ark. (2008), ise 135 günlük bir takip süresi sonunda örneklerinin yaklaşık %50'sinde sızıntı gözlenmeyen bir grubu rapor etmişlerdir. Brosco ve ark. (2008), da 120 gün sonunda birçok örneğin sızdırmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmalar arasındaki farklılıkların

değişen materyal ve yöntemlerden kaynaklandığı düşüncesindeyiz. Magura ve ark. (1991), klinik olarak önemli olan sürenin 90 gün olduğunu ve bu sürede tükürük ile temas eden kanal dolgularının yenilenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Chailertvanitkul ve ark. (1996), da 90 günlük süreyi referans alarak çalışmalarını dizayn etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da hazırlanan örneklerin bakteriyel sızıntısı 90 gün boyunca takip edilmiştir.

Çalışmamızda bakterilerde *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* birlikte kullanılmıştır. *Enterococcus faecalis*; sporsuz, hareketsiz, fermantatif, fakültatif anaerob, Gram-pozitif streptokoktur. *E. faecalis* hücreleri 0,5-1 µm çaplı olup kokoid şekillidir. Genellikle tek başlarına, çiftler halinde veya kısa zincir halinde görülen bakterilerdir (Akan, 2006; Arda, 2011). Bununla birlikte *E. faecalis*, insan florasının bir parçasıdır ve karışık enfeksiyonlarda, diğer aerobik ve fakültatif anaerobik mikroorganizmalarla birlikte bulunurlar (Baumgartner ve Falkler, 1991; Molander ve ark., 1998). Ayrıca birçok çalışmada periapikal lezyonlu kök kanal dolgulu vakalarda en çok izole edilen bakteri türünün *E. faecalis* olduğu ifade edilmiştir (Molander ve ark., 1998; Pinheiro ve ark., 2003). *Staphylococcus aureus*'lar fakültatif anaerob Gram pozitif koklardır. Mikroskopta düzensiz kümeler şeklinde görülmekte olup 0,5-1,5 µm (ortalama 1 µm) çapındadırlar (Akan, 2006; Arda, 2011).

Yapılan çalışmalarda, *E. faecalis*'in başarısız kök kanal tedavilerinde sıklıkla izole edilen ve endodontik tedavide kök kanallarından tamamen elimine edilmesi çok zor olan mikroorganizmalardan biri olduğu bildirilmiştir (Barthel ve ark., 1999; Hancock ve ark., 2001; Chavez de Paz, 2004). Peciulienė ve ark. (2001), başarısız kök kanal tedavilerinin yenilenmesi sırasında birçok kök kanalından en sık elde türün *E. faecalis* olduğunu belirtilmiştir. Ayrıca *E. faecalis* sıklıkla inatçı endodontik enfeksiyonlarda gözlenmekte ve çoğu zaman her türlü çevresel koşullarda canlı olarak kalabilmektedir (Siren ve ark., 1997).

Bu nedenlerden dolayı, endodontik tedavinin başarısız olduğu durumlarda kök kanallarından en sık izole edilen bakteri türü olan *E. faecalis* ve ağız florasını daha

iyi yansıtılabilmek için *S. aureus* bakteriyel sızıntı çalışmamızda birlikte kullanılmıştır. Böylece klinik durum göz önünde bulundurulduğunda, ağız florasına daha yakın olan çoklu mikrobiyal ortamı yansıtılmaya çalışılmıştır. Lukettic ve ark. (2008) da bizim çalışmamıza benzer olarak *E. faecalis* ile birlikte *S. aureus*'u test mikroorganizması olarak kullanmışlardır. Ancak onlar çalışmalarına *S. mutans*, *S. mitis*, *Lactobacillus spp.*'yi de eklemişlerdir.

Çalışmamızda deney grupları dışında pozitif ve negatif kontrol grupları da oluşturulmuştur. Bunlardan negatif kontrol grubu, hazırladığımız deney düzeneğinin bakteriyel sızıntı oluşumuna izin verip vermediğinin kontrolünü sağlanması için kullanılmıştır. Bu şekilde deney düzeneğinden kaynaklanabilecek bakteri kontaminasyonunun, çalışmamızın sonuçlarını etkilemesi önlenmiştir. Ayrıca çalışmamızda lateral kanallardan ve dentin tübüllerinden kaynaklanabilen bakteri sızıntısını engellemek amacıyla deney gruplarındaki dişler ile pozitif kontrol grubunu oluşturan dişlerin apikal ve koronal bölümleri haricindeki yüzeyleri ve negatif kontrol grubunu oluşturan dişlerin ise tüm yüzeyleri 3 kat tırnak cilasası ile kaplanmıştır. Birçok bakteriyel sızıntı çalışmasında tırnak cilasası izolasyon amacıyla kullanılmıştır (Chailertvanitkul ve ark., 1997; Fischer ve ark., 1998; Er ve ark., 2008).

Çalışmamızda Kaplan Meier sağkalım analizi ile birlikte grupların çoklu karşılaştırılmalarında Log-Rank testi kullanılmıştır. Kaplan Meier sağkalım analizi diğer istatistik analiz yöntemlerine göre erken dönem ve geç dönem de oluşan bakteriyel sızıntı nedeniyle doğabilecek farklılıkları daha iyi yansıtmaktadır (Eldeniz ve Ørstavik, 2009).

Bakteriyel sızıntı testinin 90 günlük gözlem süresi sonunda, çalışmamızda kullandığımız frez, ultrasonik ve lazer'den oluşan 3 ayrı yöntem arasında en az bakteriyel sızıntı ultrasonik ile oluşturulan Grup 3 ve Grup 4'te gözlenmiştir. Bu farklılık istatistiksel olarakta anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Ultrasonik ile oluşturulan retrograd kavitelerde (Grup 3, Grup 4) oluşan bakteriyel sızıntı miktarı frez (Grup 1, Grup 2) ve lazer grubuna (Grup 5, Grup 6) oranla anlamlı derecede daha az bulunmuştur. Çalışkan ve ark. (2010), Ultrasonik ve frez ile hazırlanan

retrograd kavitelelerin, lazer ile hazırlananlara göre daha düşük oranda sızıntı oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda en az sızıntı ultrasonik grubunda gözlenmiştir. Bu yöndeki bulgularımız Çalışkan ve ark. (2010), nın bulguları ile paralellik göstermiştir.

Winik ve ark. (2006), boya sızıntısı testi kullanarak yaptıkları çalışmada Er;Cr:YSGG lazer uygulanan ve MTA ile doldurulan retrograd kavitelelerde, frezle oluşturulanlara oranla daha yüksek oranda bakteriyel sızıntı gözlemişlerdir. Bu durumu lazerin debrisleri uzaklaştırıp, dentin tübüllerini açığa çıkartarak sızıntıyı artırması ile açıklamışlardır. Asnaashari ve ark. (2009), yaptıkları sızıntı çalışmasında retropreparasyonları lazerle veya frezle hazırlanan kaviteleleri amalgam ile doldurulduktan sonra sızıntı miktarları açısından lazer grubu rakamsal olarak daha az sızıntı gösterse bile istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlardır. Karlovic ve ark. (2005), ise Er:YAG lazerle hazırladıkları retrograd kavitelelerin, ultrasonikle hazırlananlara göre daha az sızıntı oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Bunun sebebini ise Er:YAG lazerin smear tabakasını kaldırıp dentin tübüllerini açığa çıkarması sonucu retrograd dolgu materyalinin tübüllere penetre olması ile açıklamışlardır. Bizim SEM bulgularımızda Er:YAG lazerin smear tabakasını kaldırdığı, yüzey morfolojisini değiştirdiği ancak dentin tübüllerini açığa çıkarma gibi bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Çalışmamızda lazer ile hazırlanan örneklerde ultrasonik ile hazırlanan örneklerle oranla daha fazla sızıntı görülmüştür. Bizim çalışmamızın bulguları Karlovic ve ark. (2005), nın çalışmasının bulguları ile zıtlık göstermiştir. Çalışmamızda en az sızıntı retrograd kavitesi ultrasonik ile hazırlanan örneklerde, en fazla sızıntı ise retrograd kavitesi frez ile hazırlanan örneklerde tespit edilmiştir. Bunun sebebini, frez uygulaması sonucu dentin yüzeyinde debrislerin kalması ve retrograd dolgu materyalinin uyumlu bir şekilde dentine adapte olamamasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Apikal sızıntıyı 90 gün boyunca takip ettiğimiz tez çalışmamızda, kümülatif sızıntı oranlarını gösteren Kaplan-Meier eğrileri incelendiğinde ilk günlerde sızıntı oranları fazla iken ilerleyen günlerde azalma göstermiştir.

Grupların sızıntı oranları 90 günlük izleme süresi sonunda karşılaştırıldığımızda Grup 1 (Frez + MTA)' de %30, Grup 2 (Frez + DiaRoot)' de %40, Grup 3 (Ultrasonik + MTA)' te %5, Grup 4 (Ultrasonik + DiaRoot)' te %15, Grup 5 (Lazer + MTA)' te %15 ve Grup 6 (Lazer + DiaRoot)' da %40 oranında sızıntı olduğu gözlenmiştir. Böylece bakteriyel sızıntı oranları değerlendirildiğinde en az sızıntının, retrograd kavitesi ultrasonikle oluşturulup, MTA ile doldurulan Grup 3'te olduğu en fazla sızıntının ise Lazer + DiaRoot (Grup 6) ve Frez + DiaRoot (Grup 2) ile hazırlanan örneklerde olduğu gözlenmiştir.

Grupların çoklu karşılaştırmaları istatistiksel olarak yapıldığında Grup 3 (Ultrasonik + MTA)'ün, Grup 4 (Ultrasonik + DiaRoot) ve Grup 5 (Lazer + MTA) dışındaki tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az bakteriyel sızıntı oluşturduğu görülmüştür ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında rakamsal farklılıklar olmasına rağmen istatistiksel farklılık yoktur ($p>0,05$). Ultrasonik ile elde edilen bu başarılı sonuç debrisi uzaklaştırıp, retrograd dolgu materyalinin tutunabilmesi için temiz düzenli bir kavite şekli oluşturup dentine tam bir adaptasyon sağlaması ile elde edilmiş olabilir. SEM analizi sonucunda da ultrasonik ile oluşturulmuş temiz kavite yüzeyleri elde edilmiştir. Aynı şekilde lazerle oluşturulan kavitelerde de debristen arınmış ancak düzensiz yüzeyler elde edilmiştir. Girintili çıkıntılı düzensiz bu yüzeylerin MTA'nın mekanik tutunmasına olumlu etki etmiş olabileceği düşüncesindeyiz.

Yöntem grupları kendi içinde kullanılan retrograd dolgu materyalinin sızıntısı açısından karşılaştırıldığında ise istatistiksel fark bulunamamış ($p>0,05$), ancak MTA'nın kümülatif sızıntı hızının daha geç olduğu yani sızıntısız geçen sürenin daha uzun olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir. Lazer Grubu kendi içinde karşılaştırıldığında MTA veya DiaRoot BioAggregate kullanımına bağlı sızıntı miktarında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Ancak rakamsal farklılık vardır ve grupların tek tek bağımsız olarak çoklu karşılaştırmaları sonucunda en az sızıntı gösteren Grup 3 (Ultrasonik + MTA) ile Grup 5 (Lazer + MTA) arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir. Bu durum lazerle yada ultrasonik ile oluşturulan debristen arınmış temiz yüzeye MTA'nın iyi bir mekanik adaptasyonla tutunmasıyla

açıklanabilir. Rahimi ve ark. (2010), ise Er:Cr:YSGG lazer ile hazırladıkları 1, 2, 3 mm derinlikteki retrograd kavileri MTA ile doldurup, bu üç derinlikle sızıntı açısından farklılık olup olmadığını değerlendirmişler ve aralarında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Sonuç olarakta lazer ile hazırlanan retrograd kavilerin MTA ile doldurulmasının iyi bir seçenek olduğu ve apikal cerrahide başarılı sonuçlar elde edilebileceği bildirilmiştir. Bu sonuç bizim çalışmamızın bulgularını desteklemektedir.

MTA ve DiaRoot BioAggregate ile yapılan bazı çalışmalarda iki materyal arasındaki benzer özellikler gösterilmiştir (Duarte ve ark., 2005; Park ve ark., 2010). Leal ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada, ultrasonikle oluşturdıkları retrograd kavileri; DiaRoot BioAggregate, MTA ve Ceramicrete ile doldurup sızıntı açısından karşılaştırmışlardır. Her iki biyoseramik siman, MTA ile benzer sızdırmazlık özelliği göstermiştir. Bizim tez çalışmamızda da Leal ve ark. (2011), nın çalışmalarındaki gibi MTA ve DiaRoot BioAggregate arasında benzer sızdırmazlık özelliği tespit edilmiştir. Ancak gözlenen rakamsal farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu farklılığın sebebi DiaRoot BioAggragate'in MTA'dan daha az mekanik tutuculuk göstermesi olabilir. Ayrıca DiaRoot BioAggragate'in dentine adaptasyonu ile ilgili yeterince çalışma bulunmamaktadır. Bu konuda daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

Karlovic ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada Er:YAG lazerle hazırlanıp MTA ile doldurulan retrograd kavilerin, ultrasonikle hazırlananlara göre daha az sızıntı yaptığını tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada retrograd dolgu malzemelerinden MTA, Süper-EBA ve IRM' nin sızdırmazlıklarını sıvı filtrasyon metodu ile karşılaştırmışlar ve Er:YAG lazer ile hazırlanmış kök ucu kavilerde incelenen tüm materyallerin daha az sızıntı gösterdiği ve en iyi tıkanmanın MTA ile doldurulan kavilerde gözlemlendiğini, ultrasonik uç ile hazırlanan gruplarda ise materyallerin sızıntısı arasında anlamlı fark olmadığını bulmuşlardır. Bunun sebebini Er:YAG lazerin smear tabakasını uzaklaştırıp dentin tübüllerini açığa çıkarmasının yanında girinti çıkıntılı düzensiz bir yüzey oluşturarak materyalin yüzeye tutunmasının artmasına bağlanmıştır. Bizim çalışmamızda da aynı şekilde retrograd kavileri lazerle

oluşturulan ve MTA uygulanan gruplarda gözlenen daha başarılı sızdırmazlığın nedeni bu sebebe bağlanmıştır.

Yapılan çalışmalarda, farklı yöntemlerle, elde edilen sızıntı bulgularını değerlendirmek, dolgu materyalinin dentin adaptasyonunu ve marjinal uyumunu tespit etmek için mikroskobik analiz yöntemi (SEM analizi) kullanılmaktadır (Erdemir ve Yaman, 2011). Bizim çalışmamızda da bakteriyel sızıntı çalışmamızı destekleyici olarak SEM analizinden yararlanılmıştır. Böylece bakteriyel sızıntı çalışmalarımıza ilaveten kullandığımız yöntemlerin dentin yüzeyindeki etkisi ve iki farklı retrograd dolgu materyalinin dentin dokusuna olan adaptasyonlarını değerlendirmek amaçlanmıştır.

Retropreparasyonları frez, ultrasonik ve lazer ile oluşturulan kavitelerin SEM incelemesinde yüzey görüntüleri karşılaştırıldığında en fazla debrisin frez ile oluşturulan kavitelerde olduğu, en temiz ve düzenli kavite yüzeyi ise ultrasonik ile oluşturulan kavitelerde gözlenmiştir. Lazer ile oluşturulan retrograd kavite yüzeyinin temiz, debris içermeyen, homojen bir dentin yapısında olduğu görüldü. Aynı zamanda kavite yüzeyinin girinti çıkıntılı düzensiz olduğu gözlemlendi. Kavite sınırında frez ve ultrasonik gruplarından farklı olarak keskin kenar sınırının kaybolduğu ve yuvarlaklaştığı görüldü.

Ekworapoj ve ark. (2007), farklı güç seviyelerinde (3, 3.5, 4, 4.5, W, 20 Hz) Er:Cr:YSGG lazerin dentin üzerindeki etkilerini SEM ile incelemişler, dentin yüzeyinden smear tabakasının kaldırıldığı, peritübüler dentinin belirgin görüldüğü, dentin tübül ağzlarının açıldığı ve 3,5 W üzeri güç uygulamalarında ise erime odakları ve malformasyonlar gözlemişlerdir. Çalışkan ve ark. (2010), ise yaptıkları çalışmada 175 mJ enerji ve 20 Hz frekans ayarında Er:Cr:YSGG lazer'i kullandıklarında dentin yüzeyinde az miktarda erime alanları gözlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde 175 mJ enerji ve 20 Hz frekans ile açılmış kavitelerde dentin yüzeyinde az miktarda parsiyel erime alanları içeren küçük termal bozulma bölgeleri görülmüştür.

Hossain ve ark. (2002), Er:Cr:YSGG lazer ve frez ile hazırladıkları retrograd kavitelere morfolojik değişiklikleri SEM ile incelemişler ve lazer ile hazırlanan kavite yüzeylerinde smear tabakasının olmadığı, dentin tübül ağzının açık olduğu, peritübüler dentinin belirgin olduğu ve erime odaklarının gözlenmediğini tespit etmişlerdir. Frezle hazırlanan kavitelere ise dentin yüzeyinde yoğun smear tabakası gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda da aynı şekilde SEM analizi sonucunda frez ile hazırlanan kavite yüzeyinde yoğun debris rastlanmıştır.

Araştırmamızda, frez, ultrasonik ve lazer ile oluşturulan retrograd kaviterler MTA ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulduktan sonra yapılan SEM incelemesinde ise en iyi marjinal uyum, ultrasonik ile oluşturulan retrograd kavitelere dentin ve dolgu materyali arasında gözlenmiştir. Frez ile hazırlanan retrograd kaviterler MTA ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulduktan sonra incelendiğinde ise dentin ile dolgu materyali arasında iyi adapte olmamış, yer yer aralıklı yüzey gözlenmiştir. Bunun sebebi frez kullanımı sonrası kavite yüzeyinde smear tabakasının uzaklaştırılamayıp, fazlaca debris kalması olarak yorumlanabilir. Lazer ile hazırlanan retrograd kaviterler incelendiğinde debris görülmemiştir. Kavite yüzeyi temiz ve düzenlidir ve ayrıca lazerle oluşturulan retrograd kavitelere kavite sınırında lazer uygulamasına bağlı meydana gelen yuvarlaklaşmış yüzeye dolgu materyalinin sıvandığı dentin ile dolgu materyali arasında iyi bir marjinal uyum gözlenmiştir. Bu da sızıntıyı önleyici bir etken olarak düşünülmüştür.

Ramos ve ark. (2002), Corona ve ark. (2003), yaptıkları farklı çalışmalarda Er:YAG lazerle oluşturulan yüzeylerin, yüksek hızlı geleneksel yöntemlerle oluşturulan yüzeyler ile karşılaştırıldığında daha sert bir yüzey oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle Er:YAG lazerlerle oluşturulan marjinal kavite kenarlarında mikro boşluklar oluştuğu ve mikro sızıntının arttığını tespit etmişlerdir.

Yamazaki ve ark. (2001), Er:Cr:YSGG lazerin kök kanal duvarında oluşturduğu morfolojik değişimleri SEM ile incelemişler ve lazerin su soğutması olmaksızın 1 veya 6 W güç ayarında kullanımı sonucunda kök kanallarında çatlaklar ve karbonizasyon oluşumunu gözlemlemişlerdir. Aynı lazerin su spreyi ile 1 veya 6 W

gücünde kullanımı sonucunda ise kök kanal yüzeyini daha temiz olduğu, dentin tübüllerinin açık ve karbonizasyonun gözlenmediği ya da çok az miktarda izlendiği tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda da dentin yüzeyinde lazer kullanımına bağlı çatlak gözlenmemiştir. Tüm gruplarda gözlenen çatlakların ise SEM incelemesi için örneklerin hazırlanmasında altın kaplama sırasında maruz kaldıkları vakum etkisine bağlı olduğu düşünülmektedir.

SEM görüntülerinden elde ettiğimiz retrograd dolgu materyallerinin adaptasyon bulgularının, bakteriyel sızıntı deneyimizin sonuçları ile örtüştüğü saptanmıştır.

Literatürdeki önceki veriler ve çalışmamızın sonuçlarının ışığında, ultrasonikler kullanıldığında oldukça başarılı ve dokuyu koruyan retrograd kaviteler açılabilir. Bakteriyel sızıntı açısından değerlendirildiğinde ultrasoniklerle daha az sızıntı görülmüştür. Araştırmamızda MTA ile gözlediğimiz düşük bakteriyel sızıntı sonucunda MTA'nın klinik olarak ultrasoniklerle açılan retrograd kavitelerde retrograd bir dolgu materyali olarak kullanıldığında apikal dokular ve kök kanal sistemi arasındaki iletişimi engelleyerek başarılı sonuçlar vereceği kanısındayız. Lazerin ise MTA ile birlikte kullanımının başarılı sonuçlar vereceği düşüncesindeyiz. Frezle hazırlanan örneklerde ise daha fazla bakteriyel sızıntı görülmüştür. SEM incelemesinde de frezle hazırlanan yüzeylerin debris içerdiği, retrograd dolgu materyalinin de iyi bir marjinal uyum göstermediği saptanmıştır. Bu nedenle frezin klinik kullanımda da başarılı sonuçlar veremeyeceği düşünülmektedir.

Çalışmamızın SEM sonuçlarına göre retrograd kavitelerin yüzey özellikleri değerlendirildiğinde, ultrasonik uçlarla oluşturulan kaviteler daha temiz, smear tabakasından arınmış, merkezi konumlu ve düzenli oldukları tespit edilmiştir. Ultrasoniklerle oluşturulan bu kaviteler MTA veya DiaRoot BioAggregate ile doldurulduğunda oldukça başarılı bir sızdırmazlık göstereceği düşünülmektedir. SEM görüntülerinde de kullanılan dolgu materyalleri iyi bir marjinal adaptasyon göstermiştir. Aynı şekilde lazerle oluşturulan retrograd kavitelerde SEM' de incelendiğinde smear tabakasından arınmış, temiz dentin yüzeyi görülmüştür. MTA ile doldurulduğunda iyi bir örtücülük sağlanmış ve başarılı bir bakteriyel

sızdırmazlık göstermiştir. Bu nedenle lazerin retrograd kavitelerde MTA ile birlikte kullanımının başarılı sonuçlar vereceği düşüncesindeyiz,. ancak çalışmamızın *in vitro* olması, sınırlı sayıda (*E. faecalis* *S. aureus*), sadece fakültatif anaerobik mikroorganizma kullanılması ve laboratuvar şartlarının klinik ortamı birebir yansıtmayacağı, ayrıca lazerin klinik şartlarda kullanımı sonucu ortamda daha iyi bir dezenfeksiyon sağlayacağı, bunun yanı sıra ultrasonikler kadar merkezi konumlu kaviteler açılmayacağı gibi her bir yöntemin klinik şartlardaki avantaj ve dezavantajları değerlendirilmelidir. Lazere maruz kalmış dentinde oluşacak bakteriyel sızıntının azalma oranı ve nasıl bir etki yaratacağı konusunda da daha fazla mikrosızıntı çalışmasına ve klinik araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Bakteriyel sızıntı yöntemiyle yapılan çalışmamızda 90 günlük izleme süresi sonunda Grup 1 (Frez + MTA)' de %30, Grup 2 (Frez + DiaRoot)' de %40, Grup 3 (Ultrasonik + MTA)' te %5, Grup 4 (Ultrasonik + DiaRoot)' te %15, Grup 5 (Lazer + MTA)' te %15 ve Grup 6 (Lazer + DiaRoot)' da %40 oranında sızıntı olduğu gözlenmiştir. Böylece bakteriyel sızıntı oranları değerlendirildiğinde en az sızıntının, retrograd kavitesi ultrasonikle oluşturulup, MTA (Grup 3) ile doldurulan örneklerde olduğu en fazla sızıntının ise Lazer + DiaRoot (Grup 6) ve Frez + DiaRoot (Grup 2) ile hazırlanan örneklerde olduğu gözlenmiştir.

2. Her bir deney grubu için 30, 60, 90 gün için kümülatif sızıntı hızları belirlenmiş olup yapılan istatistiksel değerlendirmede ortalama sızdırma zamanları %95 güven aralığında hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre tüm deney gruplarında ilk 60 gün içerisinde giderek artan bir sızıntı olduğu ancak 60 ila 90 gün arasında sızıntı hızlarında değişim olmadığı tespit edilmiştir.

3. Yöntem grupları birbiriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark görülmektedir ($p<0.05$). Ultrasonik yöntem ile oluşturulan retrograd kavitelere sızıntı miktarı frez ve lazer yöntemi ile oluşturulan retrograd kavitelere göre anlamlı derecede düşük olduğu görülmektedir. En fazla sızıntının frez grubunda olduğu görülmüştür.

4. Kullanılan iki materyal birbiriyle karşılaştırıldığında MTA veya DiaRoot BioAggragate kullanılan örneklerde sızıntı açısından istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir ($p>0.05$). Ancak MTA kullanıldığında oransal olarak daha az sızıntı görülmüştür.

5. Kullanılan materyaller arasında kümülatif sızıntı hızları (sızıntısız geçmesi beklenen süre) açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görülmektedir

($p<0.05$). MTA ile hazırlanan gruplarda DiaRoot BioAggregate gruplarına göre anlamlı derecede daha uzun süre sızıntı görülmemiştir.

6. Aynı yöntemle retrograd kaviteleri açılan ancak MTA veya DiaRoot BioAggregate ile doldurulan örnekler sızıntı açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark görülmemiştir ($p>0.05$). Grup 1 (Frez + MTA) ve Grup 2 (Frez + DiaRoot) arasında, Grup 3 (Ultrasonik + MTA) ve Grup 4 (Ultrasonik + DiaRoot) arasında, Grup 5 (Lazer + MTA) ve Grup 6 (Lazer + DiaRoot) arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark yoktur ($p>0.05$). Ancak Grup 1 (Frez + MTA)'de sızıntı olma zamanı Grup 2 (Frez + DiaRoot)'ye göre daha geçtir. Grup 3 (Ultrasonik + MTA)'de sızıntı olma zamanı Grup 4 (Ultrasonik + DiaRoot)'e göre daha geçtir. Grup 5 (Lazer + MTA)'de sızıntı olma zamanı Grup 6 (Lazer + DiaRoot)'ya göre daha geçtir.

7. Grupların çoklu karşılaştırmalarında Grup 3 (Ultrasonik + MTA)'ün Grup 5 (Lazer + MTA) ve Grup 4 (Ultrasonik + DiaRoot) dışındaki tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az bakteriyel sızıntı oluşturduğu görülmüştür ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında rakamsal farklılıklar olmasına rağmen istatistiksel farklılık yoktur ($p>0.05$).

8. SEM analizi için retrograd kaviteleri 3 farklı yöntemle oluşturulan örneklerde, kaviteler hem doldurulmadan, hemde MTA ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulduktan sonra retrograd kavite kenarları ve dolgu materyallerinin uyumu, gözlemsel olarak değerlendirilmiştir;

a) Retropreperasyonu frez ile oluşturulup retrograd kavitesi boş bırakılan diş örneklerinden kavite sınırından alınan görüntüde doku artıkları, debrisler ve frez izleri daha yoğun gözlenmiştir. MTA ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulmuş diş örnekleri incelendiğinde ise dentin ile dolgu materyali arasında iyi adapte olmamış yüzey yani aralık gözlenmiştir.

b) Ultrasonikle oluşturulan retrograd kavite yüzeylerinde debris bulunmadığı ve ayrıca temiz ve düzenli olduğu görülmüştür. Retrograd kavitelerin, MTA ve DiaRoot BioAggregate ile doldurulduktan sonraki görüntüsünde dentin ile dolgu materyalleri arasında iyi bir uyum gözlenmiştir. Diğer yöntemlerden elde edilen görüntülere oranla en iyi adaptasyon ultrasonik grubunda gözlenmiştir.

c) Lazer ile hazırlanan retrograd kaviteler incelendiğinde debris görülmemiştir. Kavite yüzeyi temiz ve düzenlidir, ancak dentin yüzeyinde az miktarda erime alanları görülmüştür. Kavite kenarlarında yuvarlaklaşma göze çarpmaktadır. Retrograd dolguları MTA ve DiaRoot ile yapıldıktan sonra incelendiğinde, dolgu materyalinin dentin ve dolgu materyali arasına sıvandığı, kavitedeki yuvarlaklaşmayı örttüğü gözlenmiştir.

SEM analizinden elde ettiğimiz sonuçlarının, bakteriyel sızıntı sonuçları ile paralellik gösterdiği bulunmuştur. Ultrasoniklerle oluşturulan retrograd kavite MTA veya DiaRoot BioAggregate ile doldurulduğunda başarılı bir sızdırmazlık gösterebilir. Retrograd kavite MTA ile doldurulduğunda iyi bir örtücülük sağlanır. Klinik olarak ultrasonik veya lazer ile oluşturulan retrograd kavite MTA ile doldurulduğunda başarılı bir sızdırmazlık göstereceği düşüncesindeyiz. Bu öneriler ışığında daha fazla *in vivo* ve *in vitro* çalışmaya ihtiyaç vardır.

ÖZET

Farklı Yöntemlerle Açılan Retrograd Kavitelerde Retrograd Dolgu Maddelerinin Bakteriyel Sızıntılarının Değerlendirilmesi

Çalışmamızda, 152 adet tek köklü ve düz kanallı üst kesici insan dişleri kullanıldı. Dişlerin kök boyu standardizasyonunu sağlamak için elmas fissür frez ile su soğutması kullanılarak apeksten 15 mm uzaklıkta olacak şekilde kesildi. Seçilen dişlerden 140 tanesi bakteriyel sızıntının değerlendirilmesinde, geriye kalan 12 adet diş ise SEM incelemesinde kullanıldı. Yüz kırk adet dişin 120 tanesi her bir grupta 40 diş içerecek şekilde rastgele 3 gruba ayrıldı. Geriye kalan 20 dişten ise pozitif (n=10) ve negatif (n=10) kontrol grubu oluşturuldu. Kök kanalları ProTaper ile prepare edildikten sonra kanallar lateral kondenzasyon yöntemi ile dolduruldu. Tüm grupların apikal rezeksiyonları konvansiyonel elmas fissür frez ile yapıldı. Retrograd kavite preparasyonu, ilk grupta frez, ikinci grupta ultrasonik uç, üçüncü grupta ise Er:YAG lazer ile yapıldı. Bu ana gruplar, retrograd dolguları yapılmak üzere içlerinde iki subgruba ayrıldı. Gruplar MTA ve DiaRoot BioAggregate ile dolduruldu. Kök kanal patının ve restoratif materyallerin sertleşmesini sağlamak amacıyla, tüm örnekler, 37 °C'de % 100 nemli ortamda 7 gün süreyle etüvde bekletildi. Hazırlanan örnekler 12 saat boyunca etilen oksit gazı ile steril edildi. Bakteriyel sızıntı deneyi için test düzeneği hazırlandı. Hazırlanan bu düzenek, tekrar etilen oksit gazı ile 12 saat boyunca steril edildi. *E. faecalis* ve *S. aureus* inokulumu, mikropipet yardımıyla steril Ependorf tüplerin içine enjekte edildi. Tüpler etüvde 35 ± 2 °C' de, 90 gün boyunca inkübasyona bırakıldı. Inkübasyon süresince Ependorf tüpü içindeki *E. faecalis* ve *S. aureus* inokulumu 5 günde bir yenilendi ve her gün cam tüpler kontrol edilerek BHI buyyon'un bulanıklaşması sızıntı günü olarak kaydedildi. Cam tüp içerisindeki BHI buyyon'un bulanıklaşması *E. faecalis*'in ve *S. aureus* sızıntısı ve üremesi olarak değerlendirildi. Değerlendirilen cam tüplerden kanlı agar'a ekimleri yapıldı ve 35 ± 2 °C' de, 24 saat inkübasyona bırakılarak, *E. Faecalis* ve *S. aureus*'un varlığı doğrulandı. Örneklerin 12 tanesinin SEM incelemesi yapıldı.

Çalışma grupları arasında sızıntı hızlarında ve ortalama sızıntı zamanlarında anlamlı farklılık olup olmadığı Log-Rank testi kullanılarak Kaplan Meier sağkalım analizi ile değerlendirildi. p<0.05 değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bakteriyel sızıntı sonuçlarına göre, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi (p<0.05). Sonuç olarak araştırmamızda bakteriyel sızıntı, en az ultrasonik grubunda, en fazla ise frez grubunda oluştu. MTA ve DiaRoot BioAggregate arasında sızıntı açısından anlamlı farklılık saptanmadı. SEM analizinden elde edilen sonuçların, bakteriyel sızıntı sonuçları ile paralellik gösterdiği bulundu.

Anahtar Sözcükler: Bakteriyel sızıntı, apikal rezeksiyon, retrograd kavite Er:YAG lazer, , ultrasonik.

SUMMARY

Evaluation of Bacterial Leakage of Retrograde Filling Materials using various Retrograde Cavity Preparation Methods

In our study, 152 maxillary incisors with one straight root canal were used. In order to ensure the root length standardization of the teeth, 15 mm was cut from the apex using water cooling and fissure diamond bur. One hundred and forty teeth were evaluated by bacterial leakage method. From the samples 12 teeth were chosen for SEM analyses. One hundred and twenty teeth were randomly divided into three groups each of which included 40 teeth. The 20 teeth left were used as positive (n=10) and negative (n=10) control groups. Then the root canals were prepared by ProTaper techniques and obturated with lateral condensation. Apical resection of all groups were performed by conventional fissure diamond bur. Retrograde cavity preparation was performed by burr, ultrasonic retrotip and Er:YAG laser in the first, second and third groups, respectively. These main three groups were divided into two subgroups for retrograde cavity filling procedures. These groups were filled using MTA and DiaRoot BioAggregate. All samples were stored in 100% humidity at 37 °C for 7 days to allow complete setting of root canal sealer and restorative materials. The samples were sterilized with oxide gas for 12 hours. A test mechanism was prepared for bacterial leakage experiment. This mechanism was sterilized with ethylene oxide gas again for 12 hours. *E. faecalis* and *S. aureus* inoculum was injected into sterile Eppendorf tubes with the help of micro pipette. The samples were evaluated by bacterial leakage method. Tubes were left to incubation for 90 day under in an incubator the temperature of 35 ± 2 °C. During incubation, *E. faecalis* and *S. aureus* in the Eppendorf tube were renewed every five days and every day, glass tubes were controlled and the blurring of BHI culture was recorded as leakage day. The blurring of BHI culture in glass tubes was noted as the leakage and the proliferation of *E. faecalis* and *S. aureus*. To confirm the purity of *E. faecalis* and *S. aureus* in the inoculum a sample was taken in these tubes and was cultivated on blood agar plates and incubated for 35 ± 2 °C for 24 hours. From the samples of 12 of them were analysed with SEM.

It was evaluated whether there is a significant difference among the groups in terms of leakage speed and average leakage times, by using log-rank test and with the analysis of Kaplan Meier survival. The value of $p < 0,05$, the results were accepted statistically meaningful.

According to the bacterial leakage results, statistically significant differences were established among the groups ($p < 0.05$). As a results of our study, the least amount of apical leakage was observed in second (ultrasonic) group, while the highest was for the first (burr) one. There was no statistically significant difference between MTA and DiaRoot BioAggregate in terms of bacterial leakage. It was found that the results obtained from SEM analysis were correlated with which bacterial leakage results.

Key Words: Bacterial leakage, apical resection, retrograde cavity, Er:YAG laser, ultrasonic

KAYNAKLAR

- ABDULLAH, D., FORD, T.R., PAPAIOANNOU, S., NICHOLSON, J., MCDONALD, F. (2002). An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. *Biomaterials.*, **23**: 4001-4010.
- ABEDI, H.R., VAN MIERLO, B.L., WILDER-SMITH, P., TORABINEJAD, M. (1995). Effects of ultrasonic root-end cavity preparation on the root apex. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **80**: 207-213.
- ADAMO, H.L., BURUIANA, R., SCHERTZER, R.J. (1999). A comparison of MTA, Super- EBA, composite and amalgam as root-end filling materials using a bacterial microleakage model. *Int Endod J.*, **32**: 197-203.
- AEINEHCHI, M., ESLAMI, B., GHANBARIHA, M., SAFFAR, A.S. (2003). Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. *Int Endod J.*, **36**: 225-231.
- AGAMY, H.A., BAKRY, N.S., MOUNIR, M.M., AVERY, D.R. (2004). Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp-capping agents in pulpotomized primary teeth. *Pediatr Dent.*, **26**: 302-309.
- AKAN, M. (2006). *Staphylococcus* enfeksiyonları ve *Streptococcus* enfeksiyonları in: *Veteriner Mikrobiyoloji (Bakteriyel Hastalıklar)*. 1. Baskı, Ankara: İlke Emek Yayınları, Ed: Aydın., Paracıkoglu J., s: 5-29.
- ALAÇAM, T. (2012). Endodonti. 1. Baskı. Ankara: Barış Yayınlar, s: 1183-1226.
- ALANI, A.H., TOH, C.G. (1997). Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper. Dent.*, **22**: 173-185.
- ALBERS, H.F. (2002). Class Ionomers, Tooth-Colored Restoratives Principles and Techniques, 9 th Edition, Hamilton, London: BC Decker Inc., p:42-55.
- ALIGHAMDI., WENNERBERG A. (1994). Testing of sealing ability of endodontic filling materials. *Endod Dent Traumatol.*, **10**: 249-255.
- AL-NAZHAN, S., AL-JUDAI, A. (2003). Evaluation of antifungal activity of mineral trioxide aggregate. *J Endod.*, **29**: 826-827.
- ANDELIN, W.E., BROWNING,D.F., HSU, G.H., ROLAND, D.D., TORABINEJAD, M. (2002). Microleakage of resected MTA. *J Endod .*, **28**: 573-574.
- AOKI, A., ISHIKAWA, I., YAMADA, T., OTSUKI, M., WATANABE,H., TAGAMI,J., ANDO, Y., YAMAMOTO, H. (1998). Comparison between Er: YAG laser and conventional technique for root caries treatment in vitro. *J Dent Res.*, **77**: 1404-1414.
- APEL, C., MEISTER, J., GOTZ, H., DUSCHNER, H., GUTKNECHT, N. (2005). Structural changes in human Dental enamel after subablative erbium laser irradiation and its potential use for caries prevention. *Caries Res.*, **39**: 65-70.
- ARANHA, A.C., DOMÍNGUES F.B., FRANCO V.O., GUTKNECHT N, EDUARDO C.P. (2005). Effects of Er:YAG AND Nd: YAG lasers on dentin permeability in root surface s: a preliminary *in vitro* study. *Photomed Laser Surg.*, **23**: 504-508.

- ARDA, N. (2011). *Temel Mikrobiyoloji* (4. baskı) Medison Yayınları no: 71
- ARENS, D. (1991). Surgical endodontics. In: Cohen S, Burns RC (eds) *Pathways of the pulp*. C. V. Mosby, St. Louis, **p**: 594-596.
- ASNAASHARI, M., FEKRAZAD, R., MENSHADI, F.D. (2009). The effect of Er:Cr:YSGG laser irradiation on the apical leakage of retrograde cavity. *Iranian Endod. J.*, **4**: 144-148.
- ATTAR, N., KORKMAZ, Y., ÖZEL, E., BİÇER, C.O., FIRATLI, E. (2008). Microleakage of class V cavities with different adhesive systems prepared by a diamond instrument and different parameters of Er:YAG laser irradiation. *Photomed Laser Surg.*, **26**: 585-591.
- AYYILDIZ, S., UYAR, H.A., YÜZÜGÜLLÜ, B. (2009). Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.*, **19**: 219-226.
- BADER, G., LEJEUNE, S. (1998). Prospective study of two retrograde endodontic apical preparations with and without the use of CO₂ laser. *Endod Dent Traumatol.*, **14**:75-78.
- BAEK, S.H., PLENK, H.Jr., KIM, S. (2005). Periapical tissue responses and cementum regeneration with amalgam, Super EBA and MTA as root-end filling materials. *J Endod.*, **31**: 444-449.
- BAILÓN-SÁNCHEZ, M.E., GONZÁLEZ-CASTILLO, S., GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, M.P., POYATOS-MARTINEZ, R., FERRER-LUQUE, C.M. (2011). Intraorifice sealing ability of different materials in endodontically treated teeth. *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal.*, **16**: 105-109.
- BAKER, P.S., OGUNTEBI, B.R. (1990). Effect of apical resections and reverse fillings on thermafil root canal obturations. *J Endod.*, **16**: 227-229.
- BARTHEL, C.R., MOSHONOV, J., SHUPING, G., ORSTAVIK, D. (1999). Bakteriyel leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J.*, **32**: 370-375.
- BATES, C.F., CARNES, D.L., DEL RIO, C.E. (1996). Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod.*, **22**: 575-578.
- BAUMGARTNER, G., ZEHNDER, M., PAQUE, F. (2007). *Enterococcus faecalis* type strain leakage through root canals filled with gutta-percha/AH plus or Resilon/Epiphany. *J. Endod.*, **33**: 45-47.
- BAUMGARTNER, J.C., FALKLER, W.A. (1991). Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. *J Endod.*, **17**: 380-383.
- BAYIRLI G. (1999). Endodontik Cerrahi, *Endodontik Tedavi II*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi, s: 627-628.
- BERNARDES, R.A., DE MORAES, I.G., GARCIA, R.B., BERNARDINELI, N., BALDI, J.V., VICTIRINO, F.R., VASCONCELOS, B.C., DUARTE, M.A., BRAMANTE, C.M. (2007). Evaluation of apical cavity preparation with a new type of ultrasonic diamond tip. *J Endod.*, **33**: 484- 487.
- BERTRAND, G., FESTAL, F., BARAILLY. (1976). Use of ultrasound in apicoectomy. *Quintessence Int.*, **7**: 9-12
- BODRUMLU, E. (2008). Biocompatibility of retrograde root filling materials: a review. *Aust Endod J.*, **34**: 30-35.

- BOUILLAQUET, S., SHAW, L., BARTHELEMY, J., KREJCI, I., WATAHA, J.C. (2008). Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany. *Int Endod J.*, **41**: 219-226.
- BRITTO, L.R., GRIMAUDO, N.J., VERTUCCI, F.J. (2003). Coronal microleakage assessed by polymicrobial markers. *J Contemp Dent Pract.*, **15**: 1-10.
- BROSCO, V.H., BERNARDINELLI, N., TORRES, S.A., CONSOLARO, A., BRAMANTE, C.M., DE MORAES, I.G., GARCIA, R.B. (2008). Bacterial leakage in root canals obturated by different techniques. Part 1: microbiologic evaluation. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **105**: e48-53.
- CAMILLERI, J., MONTESIN, F.E., BRADY, K., SWEENEY, R., CURTIS, R.V., FORD, T.R. (2005). The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater.*, **21**: 297-303.
- CAN, H.E., YAMAN, S.D., ALAÇAM, T., EMEKDAS, G., IRMAK, K. (1997). Bazı kök kanal dolgu patların koronal mikrosızıntılarının bakteri penetrasyonu yöntemi ile değerlendirilmesi. *T. Klin. J. Dental. Sci.*, **3**: 162-166.
- CARR, G. (1992). Advanced techniques and visual enhancement for endodontic surgery. *Endod Rep.*, **7**: 6-9.
- CARR, G.B. (1997). Ultrasonik root end preparation. *Dent Clin North Am.*, **41**: 541-554.
- CARRATU, P., ARNATO, M., RICCITIELLO, F., RENGO, S. (2002). Evaluation of leakage of bacteria and endotoxins in teeth treated endodontically by two different techniques. *J Endod.*, **28**: 272-275.
- CHAILERTVANITKUL, P., SAUNDERS, W.P., MACKENZIE, D. (1996). An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and three different sealers. *Int Endod J.*, **29**: 387-392.
- CHAILERTVANITKUL, P., SAUNDERS, W.P., SAUNDERS, E.M., MACKENZIE, D. (1997). An evaluation of microbial coronal leakage in the restored pulp chamber of root-canal treated multirooted teeth. *Int Endod J.*, **30**: 318-322.
- CHAILERTVANITKUL, P., SAUNDERS, W.P., SAUNDERS, E.M., MACKENZIE, D. (1998). Polimicrobial coronal leakage of super EBA root-end fillings following two methods of root-end preparation. *Int Endod J.*, **31**: 348-352.
- CHAVES DE PAZ, L. (2004). Gram-positive organisms in endodontic infections. *Endod. Topics.*, **9**: 79-96.
- CHONG, B.S., OWADALLY, I.D., PITT FORD, T.R., WILSON, R.F. (1994). Cytotoxicity of potential retrograde root-filling materials. *Endod Dent Traumatol.*, **10**: 129-133.
- CHONG, B.S., PITT FORD, T.R. (2005). Postoperative pain after root-end resection and filling. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **100**: 264-269.
- CHONG, B.S., PITT FORD, WATSON, T.F. (1991). The adaptation and sealing ability of light-cured glass ionomer retrograde root fillings. *Int Endod J.*, **24**: 223-232.
- COLUZZI, D.J. (2004). Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin N Am.*, **48**: 751-770.
- CONVISSAR, R.A. (2004). The biologic rationale for the use of lasers in dentistry. *Dent Clin N Am.*, **48**: 771-794.

- CORONA, S.A.M., BORSATTO, M.C., PECORA, J.D., DE SA ROCHA, R.A.S., RAMOS, T.S., PALMA-DIBB, R.G. (2003). Assessing microleakage of different class V restorations after Er:YAG laser and bur preparation. *J. Oral Rehab.*, **30**: 1008-1014.
- CREASY, J.E., MINES, P., SWEET, M. (2009). Surgical trends among endodontists: the result of a web-based surgery. *J Endod.*, **35**: 30-34.
- ÇALIŞKAN, M.K. (2004). Prognosis of large cyst-like periapical lesions following nonsurgical root canal treatment: a clinical review. *Int Endod J.*, **37**: 408-416.
- ÇALIŞKAN, M.K. (2006). Endodontide Tanı ve Tedaviler. 1. Baskı, İstanbul: Nobel tıp Kitabevleri., s.: 401-432.
- ÇALIŞKAN, M.K., PARLAR, N.K., ORUCOĞLU, H., AYDIN, B. (2010). Apical microleakage of root-end cavities prepared by Er:Cr:YSGG laser. *Laser Med Sci.*, **25**: 145-150.
- ÇİFTÇİ, A., VARDARLI, D.A., SÖNMEZ, I.S. (2009). Coronal microleakage of four endodontic temporary restorative materials: an *in vitro* study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **108**: 67-70.
- DALAT, D. M., SPANGBERG, S.W. (1994). Comparison of apikal leakage in root canals obturated with various gutta- percha techniques using a dye vacuum tracing method. *J Endod.*, **20**: 315-319.
- DE GROOD, M.E., OGUNTEBI, B.R., CUNNINGHAM, C.J., PINK, R. (1995). A comparison of tissue reactions to Ketac-Fil and amalgam. *J Endod.*, **21**: 65-69.
- DE LANGE, J., PUTTERS, T., BASS, E.M., VAN INGEN, J.M. (2007). Ultrasonic root-end preparation in apical surgery: a prospective randomized study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **104**: 841-845.
- 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. *J Endod.*, **30**: 883-886.
- DE SOUZA E.B., DE AMORIM, C.V., MARQUES, J.L. (2006). Effect of diode laser irradiation on the apical sealing of MTA retrofillings. *Pesqui Odontol Bras.*, **20**: 231-234.
- De-DEUS, G., CANABARRO, A., ALVES, G., LINHARES, A., SENNE, M.I., GRANJEIRO, J.M. (2009). Optimal cytocompatibility of a bioceramic nanoparticulate cement in primary human mesenchymal cells. *J Endod.*, **35**: 887-890.
- DERKSON, G.D., PASHLEY, D.H., DERKSON, M.E. (1986). Microleakage measurement of selected restorative materials: a new *in vitro* method. *J Prosthet Dent.*, **56**: 435-440.
- DORN, S.O., GARTNER, A.H. (1990). Retrograde filling materials: a retrospective success-failure study of amalgam, EBA, and IRM. *J Endod.*, **16**: 391-393.
- DOUGLAS, W.H., CHEN, C.J., CRAIG, R.G. (1980). Neutron activation analysis of microleakage around a hydrophobic composite restorative. *J Dent Res.*, **59**: 1507- 1510
- DUARTE, M.A., DEMARCHI, A.C., YAMASHITA, J.C., KUGA, M.C., FRAGA, S.C. (2005). Arsenic release provided by MTA and Portland cement. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **99**: 648-650.
- EKWORAPOJ, P., SIDHU, S.K., MC CABE, J.F. (2007). Effect of different power parameters of Er:Cr:YSGG laser on human dentine. *Lasers Med. Sci.* **22**: 175-182.

- ELDENİZ, A.Ü., ØRSTAVIK, D. (2009). A laboratory assessment of coronal bacterial leakage in root canals filled with new and conventional sealers. *Int. Endod. J.*, **42**: 303-312.
- EL-MELIGY, O.A., AVERY, D.R. (2006). Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Pediatr Dent.*, **28**: 248-253.
- ENGEL, T.K., STEIMAN, H.R. (1995). Preliminary investigation of ultrasonic root end preparation. *J Endod.*, **21**: 443-445.
- ER, K., TAŞDEMİR, T., BAYRAMOĞLU, G., SISO, S.H. (2008). Comparison of the sealing different dentin bonding adhesives in root-end cavities. A bacterial leakage study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **106**: 152-158.
- ERDEMİR, U., YAMAN, B.C. (2011). Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve mikrosızıntı araştırma yöntemleri. *İ.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, **45**: 25-35.
- ESEN, Ş. (2011). Düşük ısıda sterilizasyon yöntemleri. Erişim: [http://www.das.org.tr/kitap2011/275-278%20Saban%20Esen.pdf]
- FERRIS, D.M., BAUMGARTNER, J.C. (2004). Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *J Endod.*, **30**: 422-424.
- FISCHER, E.J., ARENS, D.E., MILLER, K.H. (1998). Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material and Super-EBA as a root-end filling material. *J Endod.*, **24**: 176-179.
- FONG, C.D. (1993). A sonic instrument for retrograde preparation. *J Endod.*, **19**: 374-375.
- FRIEDMAN, S. (1991). Retrograde approaches in endodontic therapy. *Endod Dent Traumatol.*, **7**: 97-107.
- GAGLIANI, M., TASCHIERI, S., MOLINARI, R. (1998). Ultrasonic root-end preparation: influence of cutting angle on the apical seal. *J Endod.*, **24**: 726-730.
- GARTNER, A.H., DORN, S.O. (1992). Advances in endodontic surgery. *Dent Clin North Am.*, **36**: 357-378.
- GILHEANY, P.A., FIGDOR, D., TYAS, M.J. (1994). Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *J. Endod.*, **20**: 22-26.
- GOLDMAN, L.B., GOLDMAN, M., KRONMAN, J.H., LETOURNEAU, J.M. (1980). Adaptation and porosity of poly-HEMA in a model system using two microorganisms. *J Endod.*, **6**: 683-686.
- GORDON, W., ATABAKHSH, V.A., MEZA, F., DOMS, A., NISSAN, R., RIZOI, I., STEVENS, R.H. (2007). The antimicrobial efficacy of the erbium,chromium:yttrium-scadium-gallium-garnet laser with radial emittingtips on root canal dentin walls infected with *Enterococcus faecalis*. *J Am Dent Assoc.*, **138**: 992-1002.
- GOUW-SOARES, S., TANJI, E., HAYPEK, P., CARDOSO, W., EDUARDO, C.P. (2001). The use of Er:YAG, Nd:YAG and Ga-Al-As lasers in periapical surgery: a 3-year clinical study. *J Clin Laser Med Surg.*, **19**: 193-198.
- GUTMAN, J.L., SAUNDERS, W.P., NGUYEN, L., GUO, I.Y., SAUNDERS, E.M. (1994). Ultrasonic root-end preparation. Part 1. SEM analysis. *Int Endod J.*, **27**: 318-324.

- HANCOCK, H.H.I., SIGURDSSON, A.D., TROPE, M.B., MOISEWITSCH, J.B. (2001). Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **91**: 579-586.
- HARDY, I., LIEWEHR, F.R., JOYCE, A.P., AGEE, K., PASHLEY, D.H. (2004). Sealing ability of One-Up Bond and MTA with and without a secondary seal as furcation perforation repair materials. *J Endod.*, **30**: 658-661.
- HARTWELL, G.R., LOUCKS, C.A., REAVLEY, B.A. (2010). Bacterial leakage of provisional restorative materials used in endodontics. *Quintessence int.*, **41**: 335-339.
- HARTY, F.J., PARKINS, B.J., WENGRAF, A.M. (1970). The success rate of apicectomy. A retrospective study of 1016 cases. *Br Dent J.*, **129**: 407-413.
- HIBST, R., KELLER, U. (1989). Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substance:I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med.*, **9**: 338-344.
- HOMMEZ, G.M., COPPENS, C.R., DE MOOR, R.J. (2002). Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. *Int Endod J.*, **35**: 680-689.
- HOSSAIN, M., NAKAMURA, Y., YAMADA, Y., MURAKAMI, Y., MATSUMOTO, K. (2002). Compositional and structural changes of human dentin following caries removal by Er:Cr:YSGG laser irradiation in primary teeth. *J. Clin. Pediatr. Dent.*, **26**: 377-382.
- HSIEN, H.C., CHENG, Y.A., LEE, Y.L., LAN, W.H., LIN, C.P. (2003). Repair of perforating internal resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. *J Endod.*, **29**: 538-539.
- HSU, Y.Y., KIM, S. (1997). The resected root surface. The issue of canal isthmuses. *Dent. Clin. North Am.*, **41**: 529-540.
- ISHIKAWA, H., SAWADA, N., KOBAYASHI, C., SUDA, H. (2003). Evaluation of root-end cavity preparation using ultrasonic retrotips. *Int Endod J.*, **36**: 586-590.
- ISHIKAWA, I., AOKI, A., TAKASAKI, A.A., MIZUTANI, K., SASAKI, K.M., IZUMI, Y. (2009). Application of lasers in periodontics: true innovation or myth. *Periodontol. 2000.*, **50**: 90-126.
- JACOBSON, J.H.L., XIA, T., BAUMGARTNER, C.J., MARSHALL, G.J., BEELER, A. J. (2002). Microbial leakage evaluation of the continuous wave of condensation. *J. Endod.*, **28** : 269-271.
- JOFFE, E. (2003). Preserving tooth vitality. *Oper Dent.*, **28**: 465-468.
- JOHN, A.D., WEBB, T.D., IMAMURA, G., GOODELL, G.G. (2008). Fluid flow evaluation of Fuji Triage and gray and white ProRoot mineral trioxide aggregate intraorifice barriers. *J. Endod.*, **34**: 830-832.
- JOHNSON, B.R. (1999). Considerations in the selection of a root-end filling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **87**: 398-404.
- KARADAĞ, S. (2005). Mikrosızıntı Araştırma teknikleri ve mikrosızıntıyı etkileyen faktörler. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.*, **15**: 80-87.
- KARAGENC, B., GENÇOĞLU, N., ERSOY, M., CANSEVER, G., KÜLEKÇİ, G. (2006). A comparison of four different microleakage tests for assessment of leakage of root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **102**: 110-114.
- KARAGÖZ-KÜÇÜKAY, I. (1991). Endodontide “Apikal Sızıntı İnceleme Yöntemleri” 1. Bölüm. *D.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, **2**: 65-79.

- 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. *J Endod.*, **31**: 821-823.
- KAUFMAN, A., TAGGER, M., KATZ, A., YASEF, A. (1989). Life and AH 26 as sealers in Thermatically Compacted Gutta-Percha Root Canal Fillings: Leakage to a dye. *J. Endod.*, **15**: 68-71.
- KELLER, U., HIBST, R. (1989). Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substance: II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers Surg Med.*, **9**: 345-351.
- KERSTEN, H.W., MOORER, W.R. (1989). Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J.*, **22**: 118-124.
- KHABBAZ, M.G., KEREZOUDIS, N.P., ARONI, E., TSATSAS, V. (2004). Evaluation of different methods for the root-end cavity preperation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **98**: 237- 242.
- KHAYAT, A., LEE, S-J., TORABINEJAD, M. (1993). Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. *J Endod.*, **19**: 458-461.
- KIM, S. (1997). Principles of endodontic microsurgery. *Dent Clin North Am.*, **41**: 481-497.
- KIM, S. (2002). Endodontic Microsurgery. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathway of the Pulp* 8th ed, St Louis, Mosby Inc, **p**: 683-725.
- KIM, S., KRATCHMAN, S. (2006). Modern endodontic surgery concepts and practice : a review. *J. Endod.* **32**: 601-623.
- KIM, S., PECORA, G., RUBINSTEIN, R.A. (2000). *Color Atlas of Microsurgery in Endodontics*, Philadelphia: W B Saunders, **p**: 85-124.
- KIMURA, Y., WILDER-SMITH, P., MATSUMOTO, K. (2000). Lasers in endodontics: a reiew, *Int Endod J.*, **33**: 173-185.
- KOAGEL, S.O., MINES, P., APICELLA, M., SWEET, M. (2008). *In vitro* study to compare the coronal microleakage of Tempit UltraF, Tempit, IRM, and Cavit by using the fluid transport model. *J. Endod.*, **34**: 442-444.
- KOCABALKAN, E. (1993). Dişhekimliğinde mikrosızıntı ve tespit yöntemleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.*, **3**: 52-56.
- KOMORI, T., YOKOYAMA, K., TAKATO, T., MATSUMOTO, K. (1997). Clinical application of the erbium: YAG laser for apicoectomy. *J Endod.*, **23**: 748- 750.
- LAN, W.H., CHEN, K.W., JENG, J.H., LIN, C.P., LIN, S.K. (2000). A comparison of morphological changes after Nd:YAG and CO₂ laser irradiation of dentin surface. *J Endod.*, **26**: 450-453.
- LAYTON, C.A., MARSHALL, J.G., MORGAN L.A., BAUMGARTNER, J.C. (1996). Evaluation of cracks associated with ultrasonic root-end preparation. *J Endod.*, **22**: 157-160.
- LEAL, F., DE DEUS, G., BRANDAO, C., LUNA, A.S., FIDEL, S.R., SOUZA, E.M. (2011) Comparison of the root-end seal provided by bioseamic repair cements and White MTA. *Int Endod J.*, **44**: 662-668.
- LEE, B.S., LIN, C.P., LIN, F.H., LAN, W.H. (2002). Ultrastructural changes of human dentin after irradiation by Nd:YAG laser. *Laser Surg Med.*, **30**: 246-252.

- LEE, B.S., LIN, P.Y., CHEN, M.H., HSIEH, T.T., LIN, C.P., LAIN, J.Y., LAN, W.H. (2007). Tensile bond strength of Er,Cr:YSGG laser irradiated human dentin and analysis of dentin-resin interface. *Dent. Mater.*, **23**: 570- 578.
- LEE, S.J., MONSEF, M., TORABINEJAD, M. (1993). Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod.*, **19**: 541-544.
- LEIBLICH, S.E. (2012). Endodontic surgery. *Dent Clin North Am.*, **56**: 121-132.
- LIBERMAN, R., BEN-AMAR, A., FRAYBERG, E., ABRAMOVITZ, I., METZGER, Z. (2001). Effect of repeated vertical loads on microleakage of IRM and calcium sulfate-based temporary fillings. *J. Endod.*, **27**: 724-729.
- LIMKANGWALMONGKOL, S., BURTSCHER, P., ABBOTT, P.V., SANDLER, A.B., BISHOP, B.M. (1991). A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. *J. Endod.*, **17**: 495-499.
- LLOYD, A., GUTMANN, J., DUMMER, P., NEWCOMBE, R. (1997). Microleakage of Diaket and amalgam in root-end cavities prepared using MicroMega sonic retro-prep tips. *Int Endod J.*, **30**: 196-204.
- LUKETTIC, S.F., MALCIC, A., JUKIC, S. (2008). Coronal mikroleakage of two root-end filling materials using a polymicrobial marker. *J Endod.*, **34**: 201-203.
- MADDALONE, G., GAGLIANI, M. (2003). Periapical endodontic surgery: a 3-year follow-up study. *Int Endod J.*, **36**: 193-198.
- MAGURA, M.E., KAFRAWY, A.H., BROWN, C.E., JR., NEWTON, C.W. (1991). Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. *J Endod.*, **17**: 324-331.
- MAHER, W.P., JOHNSON, R.L., HESS, J., STEIMAN, H.R. (1992). Biocompatibility of retrograde filling materials in the ferret canine. Amalgam and IRM. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **73**: 738-745.
- 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. *J Endod.*, **32**: 324-327.
- MANGIN, C., YEŞİLSOY, C., NISSAN, R., STEVENS, R. (2003). The comparative sealing ability of hydroxyapatite cement, mineral trioxide aggregate, and super ethoxybenzoic acid as root-end filling materials. *J Endod.*, **29**: 261-264.
- MATHARU, S., SPRATT, D.A., PRATTEN, J., NG, Y.L., MORDAN, N., WILSON, M., GULABIVALA, K. (2001). A new *in vitro* model for the study of microbial microleakage around dental restorations: apreliminary qualitative evaluation. *Int. Endod. J.*, **34**: 547-553.
- MAVEC, J.C., MCCLANAHAN S.B., MINAH, G.E., JOHNSON, J.D., BLUNDELLI, R.E., J.R. (2006). Effects of an intracanal glass ionomer barrier on coronal microleakage in teeth with post space. *J Endod.*, **32**: 120-122.
- MEHLHAFF, D.S., MARSHALL, J.G., BAUMGARTNER, J.C. (1997). Comparison of ultrasonic and high-speed-bur root-end preparations using bilaterally matched teeth. *J Endod.*, **23**: 448-452.
- MEISTER, J., APEL, C., FRANZEN, R., GUTKNECTH, N. (2003). Influence of spatial beam profile on hard tissue ablation Part I: Multimode emitting Er:YAG lasers. *Lasers Med Sci.*, **18**: 112-118.

- MILETIU, I., PRPIU-MEHICIU, G., MARSAN, T., TAMBIU-ANDRASEVIU, A., PLESKO, S., KARLOVIC, Z., ANIC, I. (2002). Bacterial and fungal microleakage of AH26 and AH Plus root canal sealers. *Int Endod J.*, **35**: 428-432.
- MIN, N.M., BROWN, C.E., LEGAN, J.J., KAFRAWY A.H. (1997). *In vitro* evaluation of effects of ultrasonic root-end preparation on resected root surfaces. *J Endod.*, **23**: 624-628.
- MISERENDINO, L.J. (1988). The laser apicoectomy: endodontic application of the CO2 laser for periapical surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **66**: 615-619.
- MOHAMMADI, Z., MODARESI, J., YAZDIZADEH, M. (2006). Evaluation of the antifungal effects of mineral trioxide aggregate materials. *Aust Endod J.*, **32**: 120-122.
- MOLANDER, A., REIT, C., DAHLEN, G., KVIST, T. (1998). Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.*, **31**: 1-7.
- NAGAS, E., UYANIK, O., ALTUNDASAR, E., DURMAZ, V., CEHRELI, Z.C., VALLITTU, P.K., LASSILA, L.V. (2010). Effect of different intraorifice barriers on the fracture resistance of roots obturated with Resilon or gutta-percha. *J. Endod.*, **36**: 1061-1063.
- NAVARRE, S.W., STEIMAN, H.R. (2002). Root-end fracture during retropreparation: A comparison between zirconium nitride-coated and stainless steel microsurgical ultrasonic instruments. *J. Endod.*, **28**: 330- 332.
- NIEDERMAN, R., THEODOSOPOULOU, J.N. (2003). A systematic review of *in vivo* retrograde obturation materials. *Int Endod J.*, **36**: 577-585.
- NIXON, C.E., LIN, L., JANDINSKI, J. (1991). Evaluation of three silicone-based materials as potential retrograde fillings in surgical endodontics. *J. Endod.*, **17**: 479-482.
- OLSEN, F.K., AUSTIN, B.P., WALIA, H. (1994). Osseous reaction to implanted ZOE retrograde filling materials in the tibia of rats. *J. Endod.*, **20**: 389-394.
- ORUÇOĞLU, H., ŞENGÜN, A., YILMAZ, N. (2005). Apical leakage of resin based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. *J. Endod.*, **31**: 886-890.
- OYNICK, J., OYNICK, T. (1978). A study of a new material for retrograde fillings. *J. Endod.*, **4**: 203-206.
- PAGHDIWALA, A.F. (1993). Root resection of endodontically treated teeth by erbium: YAG laser radiation. *J. Endod.*, **19**: 91-94.
- PARK, J.W., HONG, S.W., KIM, J.H., LEE, S.J., SHIN, S.J. (2010). X- ray diffraction analysis of White ProRoot MTA and Diadent BioAggregate . *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **109**: 155-158.
- PECIULIENE, V., REYNAUD, A.H., BALCIUNIENE, I., HAAPASALO, M. (2001). Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. *Int Endod J.*, **34**: 429-434.
- PEREZ, A.L., SPEARS, R., GUTMANN, J.L., OPPERMAN, L.A. (2003). Osteoblasts and MG-63 osteosarcoma cells behave differently when in contact with ProRoot MTA and White MTA. *Int. Endod. J.*, **36**: 564-570.
- PINHEIRO, E.T., GOMES, B.P., FERRAZ, C.C., SOUSA, E.L., TEIXEIRA, F.B., SOUZA-FILHO, F.J. (2003). Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *Int. Endod. J.*, **36**: 1-11.

- PIRANI, C., LACONO, F., CHERSONI, S., SWORD, J., PASHLEY, D.H., TAY, F.R., LOONEY, S., GANDOLFI, M.G., PRATI, C. (2009). The effect of ultrasonic removal of various root-end filling materials. *Int. Endod. J.*, **42**:1015-1025.
- PITT FORD, T.R. (2003). Surgical treatment of apical periodontitis. In:Orstavik D, Pitt Ford TR (eds) *Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis*. Blackwell Science, London., **p**: 278-307.
- PITT FORD, T.R., TORABINEJAD, M., MCKENDRY, D.J., HONG, C.U., KARIYAWASAM, S.P. (1995). Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **79**: 756-763.
- PLOTINO, G., PAMEIJER, C.H., GRANDE, N.M., SOMMA, F. (2007). Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J. Endod.*, **33**: 81-95.
- POWIS, D.R., PROSSER, H.J., SHORTALL, A.C. (1988). Long term monitoring of microleakage of composites. Part I: Radiochemical diffusion technique. *J. Prosthet. Dent.*, **60**: 304-307.
- RAHIMI, S., YAVARI, H.R., SHAHI, S., ZAND, V., SHAKOUI, S., REYHANI, M.F. (2010). Comparision of the effect of Er, Cr- YSGG laser and ultrasonic retrograde root-end cavity preperation on the integrity of root apices. *J Oral Sci.*, **52**: 77- 81.
- RAMOS, R.P., CHIMELLO, D.T., CHINELATTI, M.A., NONAKA, T., PERCORA, J.D., PALMA, DIBB, R.G. (2002). Effect of Er:YAG laser on bond strength to dentin of a self-etching primer and two single-bottle adhesive systems. *Lasers Surg. Med.*, **31**: 164-170.
- RAY, H.A., TROPE, M. (1995). Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int. Endod. J.*, **28**: 12-18.
- RETIEF, D.H. (1991). Standardizing laboratory adhesion tests. *Am. J. Dent.*, **4**: 231-236.
- RICHMAN, R.J. (1957). The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J. Dent. Med.*, **12**: 12-18.
- RUBINSTEIN, R.A., KIM, S. (1999). Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operation microscope and super-EBA as root-end filling material. *J. Endod.*, **25**: 43-48.
- RUBINSTEIN, R.A., KIM, S. (2002). Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. *J. Endod.*, **28**: 378-383.
- RUD, J., ANDREASEN, J.O. (1972). Operative procedures in periapical surgery with contemporaneous root filling. *Int. J. Oral. Surg.*, **1**: 297-310.
- SALEH, I.M., RUYTER, I.E., HAAPASALO, M., ØRSTAVIK, D. (2008). Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. *Int Endod J.*, **41**: 32-40.
- SAUNDERS, W.P. (2008). A prospective clinical study of periradicular surgery using mineral trioxide aggregate as a root-end filling. *J. Endod.*, **34**: 660-665.
- SAUNDERS, W.P., SAUNDERS, E.M. (1994). Coronal leakage as a cause of failure in root canal therapy:a rewiew. *Endod. Dent. Travmatol.*, **10**: 105-108.
- SAUNDERS, W.P., SAUNDERS, E.M., GUTMANN, J.L. (1994). Ultrasonic root-end preparation, Part 2. Microleakage of EBA root-end fillings. *Int. Endod. J.*, **27**: 325-329.

- SCHAFER, E., OLTHOFF, G. (2002). Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha. *J. Endod.*, **28**: 638-642.
- SCHOOP, U., MORTIZ, A., KLUGER, W., PATRUTA, S., GOHARKHAY, K., SPERR, W., WERNISCH, J., GATTRINGER, R., MRASS, P., GEORGOPOULOS, A. (2002). The Er:YAG laser in endodontics: results of an in vitro study. *Lasers Surg. Med.*, **30**: 360-364.
- SHAHABI, S., EBRAHIMPOUR, L., WALSH, L.J. (2008). Microleakage of composite resin restorations in cervical cavities prepared by Er:Cr:YSGG laser radiation. *Aust.Dent.J.*, **53**: 172-175.
- 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. *Int. Endod. J.*, **30**: 91-95.
- SJOGREN, U., HAGGLUND, B., SUNDQVIST, G., WING, K. (1990). Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J. Endod.*, **16**: 489-504.
- STOCK, C.J. (1991). Current status of the use of ultrasound in endodontics. *Int. Dent. J.*, **41**: 175-182.
- STOWE, T.J., SEDGLEY, C.M., STOWE, B., FENNO, J.C. (2004). The effects of chlorhexidine gluconate (0.12%) on the antimicrobial properties of tooth-colored ProRoot mineral trioxide aggregate. *J. Endod.*, **30**: 429-431.
- SUMI, Y., HATTORI, H., HAYASHI, K., UEDA, M. (1996). Ultrasonic root-end preparation: clinical and radiographic evaluation of results. *J. Oral. Maxillofac. Surg.*, **54**: 590-593.
- SUNDQVIST, G., FIGDOR, D. (1998). Endodontic treatment of apical periodontitis. In: Orstavik D, Pitt Ford TR eds, *Essential Endodontology*, Prevention and treatment of apical periodontitis: Blackwell Pub, Oxford., **p**: 242-277.
- SWANSON, K., MADISON, S. (1987). An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. *J. Endod.*, **13**: 56-59.
- TAKASHINA, M., EBIHARA, A., SUNAKAWA, M., ANJO, T., TAKEDA, A. (2002). The possibility of dowel removal by pulsed Nd:YAG laser irradiation, *Lasers Surg. Med.*, **31**: 268-274.
- TANG, H.M., TORABINEJAD, M., KETTERING, J.D. (2002). Leakage evaluation of root end filling materials using endotoksin. *J. Endod.*, **28**: 5-7.
- TASHIERI, S., TESTORI, T., FRANCETTI, L., DEL FABBRO, M. (2004). Effects of ultrasonic root-end preparation on resected root surfaces: SEM evaluation. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **98**: 611-618.
- TAYLOR, M.J., LYNCH, E. (1992). Microleakage. *J. Dent.*, **20**: 3-10.
- TIMPAWAT, S., AMORNCHAT, C., TRISUWAN, W.R. (2001). Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J. Endod.*, **27**: 36-9.
- TİRİTOĞLU, M. (1994). Kenar sızıntısı belirleme yöntemleri. *Ege Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.*, **15**: 132-138.
- TOBON-ARROYAVE, S.I., RESTREPO-PEREZ, M.M., ARISMENDI-ECHAVARRIA, J.A., VELASQUEZ-RESTREPO, Z., MARIN-BOTERO, M.L., GARCIA-DORADO, E.C. (2007). Ex vivo microscopic assessment of factors affecting the quality of apical seal created by root-end fillings. *Int. Edod. J.*, **40**: 590-602.

- TORABINEJAD, M., HONG, C.U., LEE, S.J., MONSEF, M., PITT FORD, T.R. (1995a). Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *J. Endod.*, **21**: 603-608.
- TORABINEJAD, M., CHIVIAN, N. (1999). Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J. Endod.*, **25**: 197-205.
- 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. *J. Endod.*, **20**: 159-163.
- TORABINEJAD, M., HONG C.U., MCDONALD, F., PITT FORD, T.R. (1995b). Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J. Endod.*, **21**: 349-353.
- TORABINEJAD, M., HONG C.U., PITT FORD, T.R., KETTERING, J.D. (1995c). Antibacterial effects of some root end filling materials. *J. Endod.*, **21**: 403-406.
- TORABINEJAD, M., HONG C.U., PITT FORD, T.R., KETTERING, J.D. (1995d). Cytotoxicity of four root end filling materials. *J. Endod.*, **21**: 489-492.
- TORABINEJAD, M., PITT FORD, T.R. (1996). Root-end filling materials: a review. *Endod. Dent. Traumatol.*, **12**: 161-178.
- TORABINEJAD, M., RASTEGAR, A.F., KETTERING, J.D., PITT FORD, T.R. (1995e). Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J. Endod.*, **21**: 109-112.
- TORABINEJAD, M., UNG, B., KETTERING, J.D. (1990). *In vitro* bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J. Endod.*, **16**: 566-569.
- 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. *J. Endod.*, **19**: 591-595.
- TRONSTAD, L., TROPE, M., DOERING, A., HASSELGREN, G. (1983). Sealing ability of dental amalgams as retrograde fillings in endodontic therapy. *J. Endod.*, **9**: 551-553.
- TROPE, M., CHOW, E., NISSAN, R. (1995). *In vitro* endotoxin penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *Endod. Dent. Traumatol.*, **11**: 90-94.
- TSELNIK, M., BAUMGARTNER, J.C., MARSHALL, J.G. (2004). Bacterial leakage with mineral trioxide aggregate or a resin-modified glass ionomer used as a coronal barrier. *J. Endod.*, **30**: 782-784.
- VALOIS, C.R., COSTA, E.D. (2004). Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings *in vitro*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **97**: 108-111.
- VAN AS, G. (2004). Erbium lasers in dentistry. *Dent. Clin. N. Am.*, **48**: 1017-1059.
- VARGAS, J.W., LIEWEHR, F.R., JOYCE, A.P., RUNNER, R.R. (2004). A comparison of the *in vitro* retentive strength of glass-ionomer cement, zinc-phosphate cement, and mineral trioxide aggregate for the retention of prefabricated posts in bovine incisors. *J. Endod.*, **30**: 775-777.
- VERISSIMO, D.M., DO VALE, M.S. (2006). Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *J. Oral Sci.*, **48**: 93-98.
- VON ARX, T., KURT, B. (1999). Root-end cavity preparation after apicoectomy using a new type of sonic and diamond-surfaced retrotip: a 1 year follow-up study. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, **57**: 656-661.

- VON ARX, T., WALKER W.A.,3rd. (2000). Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. *Endod. Dent. Traumatol.*, **16**: 47-62.
- WALLACE, J.A. (2006). Effect of waterlase laser retrograde root-end cavity preparation on the integrity of root apices of extracted teeth as demonstrated by light microscopy. *Aust. Endod. J.*, **32**: 35-39.
- WANG, N., KNIGHT, K., DAO, T., FRIEDMAN, S. (2004). Treatment outcome in endodontics-The Toronto Study. Phases I and II: in apical surgery. *J. Endod.*, **30**: 751-756.
- WAPLINGTON, M., LUMLEY, P.J., WALMSLEY, A.D. (1997). Incidence of root face alteration after ultrasonic retrograde cavity preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **83**: 387-392.
- WELDON, J.K., PASHLEY, D.H., LOUSHINE, R.J., WELLER, R.N., KIMBROUGH, W.F. (2002). Sealing ability of mineral trioxide aggregate and super-EBA when used as furcation repair materials: a longitudinal study. *J. Endod.*, **28**: 467-470.
- WHITE, C., BRYANT, N. (2002). Combined therapy of mineral trioxide aggregate and guided tissue regeneration in the treatment of external root resorption and an associated osseous defect. *J. Periodontol.*, **73**: 1517-1521.
- WILLIAMSON, A.E., DAWSON, D.V., DRAKE, D.R., WALTON, R.E., RIVERA, E.M. (2005). Effect of root canal filling/sealer systems on apical endotoxin penetration: a coronal leakage evaluation. *J. Endod.*, **31**: 599-604.
- WILSON, A.D., KENT, B.E. (1972). A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br. Dent. J.*, **132**: 133-135.
- WINIK, R., ARAKI, A.T., NEGRAO, J.A.A., BELLO-SILVA, M.S., LAGE-MARQUES, J.L. (2006). Sealer penetration and marginal permeability after apicoectomy varying retrocavity preparation and retrofilling material. *Braz. Dent. J.*, **17**: 323-327.
- WU, M.K., DE GEE, A.J., WESSELINK, P.R. (1994). Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *Int. Endod. J.*, **27**: 233-238.
- WU, M.K., DE GEE, A.J., WESSELINK, P.R., MOORER, W.R. (1993). Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int. Endod. J.*, **26**: 203-208.
- WU, M.K., WESSELINK, P.R. (1993). Endodontic leakage studies reconsidered. Part1. Methodology, application and relevance. *Int. Endod. J.*, **26**: 37-43.
- XU, Q., FAN, M.W., FAN, B., CHEUNG, G.S., HU, H.L. (2005). A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **99**: 107-111.
- YAMAZAKI, R., GOYA, C., YU, D.G., KIMURA, Y., MATSUMOTO, K. (2001). Effects of erbium,chromium:YSGG laser irradiation on root canal walls: A scanning electron microscopic and thermographic study. *J. Endod.*, **27**: 9-12.
- YUCEL, A.C., CIFTCI, A. (2006). Effects of different root canal obturation techniques on bacterial penetration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **102**: 88-92.
- ZMENER, O., BANEGAS, G., PAMEIJER, C.H. (2004). Coronal microleakage of three temporary restorative materials: an *in vitro* study. *J. Endod.*, **30**: 582-584.

ÖZGEÇMİŞ

I. BİREYSEL BİLGİLER

Adı : Funda
 Soyadı : Yılmaz Karan
 Doğum yeri ve tarihi : Ankara, 26.07.1981
 Uyruğu : TC
 Medeni durumu : Evli
 İletişim adresi : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti
 Anabilim Dalı Beşevler/Ankara 06500
 Telefon : 05055930693
 E-mail : dt.fndylmz@gmail.com

II. EĞİTİMİ

2007- : Ankara Üniversitesi Endodonti Anabilim Dalı
 2000-2005 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara
 1993-1999 : Burdur Anadolu Lisesi
 1988-1992 : Özel Antalya Koleji, Antalya
 Yabancı Dil: İngilizce

III. ÜNVANLARI

2005: Diş Hekimi

IV. ÜYE OLDUĞU BİLİMSEL KURULUŞLAR

Türk Endodonti Derneği

V. BİLİMSEL İLGİ ALANLARI

Ulusal Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

- 1) **YILMAZ KARAN, F.**, AKBOYUN, N., SONAT, B. Periodonsiyumun Sekonder Hastalandığı Primer endodontik Lezyonlu dişlerde Tedavi: Vaka Raporu. A.Ü. Diş. Hek. Fak. Derg., (2009), 36: 121-124

Poster ve Sunumlar:Bilimsel Toplantılarda Takdim Edilen ve Bildiri Kitabında Basılan

- 1) **Yılmaz Karan F.**, Sonat B., Yazıcıoğlu D., Sayan NB. Evaluation of marginal adaptation and surface regularity of three different retroprepare techniques. 10th International Congress of the Turkish Endodontic Society (23-25 Eylül, 2010, İstanbul, Türkiye).
- 2) Akboyun N., **Yılmaz Karan F.**, Sonat B., Gunhan M. Amelogenesis imperfecta: A case report. 15th Congress of the BaSS (22-25 Nisan, 2010, Thessaloniki, Greece).
- 3) **Yılmaz Karan F.**, Sonat B. Treatment of Internal Resorption With Chronic Apical Periodontitis by Conventional Endodontic Approach: Two Case Reports. 14th Congress of Bass and the 9th Scientific Congress of BgDA (6-9 Mayıs 2009, Varna, Bulgaristan).
- 4) Sonat B., Cetiner S., Ozkocak I., **Yılmaz Karan F.** Treatment of traumatic injuries (crown fracture, subluxation, avulsion) to permanent maxillary incisors (4 years follow-up). 14th Congress of Bass and the 9th Scientific Congress of BgDA (6-9 Mayıs 2009, Varna Bulgaristan).
- 5) **Yılmaz Karan F.**, Akboyun N., Sonat B. Peridonsiyumun Sekonder Hastalandığı Primer endodontik Lezyonlu dişlerde tedavi: Vaka Raporu. Türk Endodonti Derneği 3. Bilimsel Endodonti Sempozyumu (23-27 Nisan 2008, Antalya).

VI. BİLİMSEL ETKİNLİKLERİ

Katıldığı Bilimsel Sempozyum ve Kongreler

- 1) **10th International Congress of the Turkish Endodontic Society** (23-25 Eylül, 2010, İstanbul, Türkiye)
- 2) **14th Congress of Balkan Stomatological Society** (6-9 Mayıs 2009, Varna Bulgaristan)
- 3) **Türk Endodonti Derneği 3. Bilimsel Endodonti Sempozyumu** (23-27 Nisan 2008 Antalya)
- 4) **13th Biennial Congress of the European Society of Endodontology(ESE** İstanbul,6-8 Eylül 2007)