



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**



**ÇEŞİTLİ İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ ÜÇ
FARKLI PERFORASYON TAMİR MATERYALİNİN
BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Nihal AKKAYA

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Fatmagül ZIRAMAN**

**ANKARA
2017**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**ÇEŞİTLİ İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ ÜÇ
FARKLI PERFORASYON TAMİR MATERYALİNİN
BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Nihal AKKAYA

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Fatmagül ZIRAMAN**

ANKARA

2017

Etik Beyan

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Müdürlüğü'ne,

Uzmanlık tezi olarak hazırlayıp sunduğum “ÇEŞİTLİ İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ ÜÇ FARKLI PERFORASYON TAMİR MATERYALİNİN BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan klinik çalışma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler ve yorumlar bana aittir. Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Uzmanlık Öğrencisinin Adı Soyadı :

Tarih :

İmza :

Kabul ve Onay
Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Uzmanlık Programı

çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma, aşğıdaki jüri tarafından

Yüksek Lisans/Doktora/Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:

..../..../2016

.....
.....Üniversitesi
Jüri Başkanı

.....
..... Üniversitesi
Raportör

.....
..... Üniversitesi
Üye

.....
..... Üniversitesi
Üye

.....
..... Üniversitesi
Üye

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	viii
Çizelgeler	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Perforasyonların Oluşma Nedenleri	1
1.2. Perforasyonların Görülme Sıklıkları	3
1.3. İyatrojenik Perforasyonların Önlenmesi	3
1.4. Perforasyon Tamirinde Amaç	5
1.5. Perforasyonların Tanısı	5
1.6. Perforasyonların Sınıflandırılması	8
1.7. Perforasyonların Prognozunu Etkileyen Faktörler	10
1.7.1. Perforasyonun Büyüklüğü	11
1.7.2. Perforasyonun Lokalizasyonu	11
1.7.3. Tedavi Edilene Kadar Geçen Süre	12
1.7.4. Periodontal Durum	13
1.7.5. Kullanılan Tamir Materyali	13
1.7.6. Hekimin Görüşü ve Manüplasyonu	14
1.7.7. Hastanın Kooperasyonu ve Oral Hijyeni	14
1.8. Geçen Süreye Göre Perforasyon Tamir Yaklaşımı	14
1.8.1. Perforasyonlarda Yara Bölgesine İlk Müdahale	14
1.8.2. Yeni Oluşmuş Bir Perforasyonun Tamiri	15
1.8.3. Eski Perforasyonların Tamiri	15
1.9. Perforasyon Tamirinde Tedavi Yöntemleri	16
1.9.1. Cerrahi Olmayan Tedavi Yaklaşımı	16
1.9.1.1. Lateral Perforasyonlar	17
1.9.1.1.1. Koronal Perforasyonlar	17
1.9.1.1.2. Krestal perforasyonlar	17
1.9.1.1.3. Apikal Perforasyonlar	17
1.9.1.2. Furkasyon Perforasyonları	18
1.9.2. Cerrahi Tedavi	20
1.10. Perforasyon Tamiri İçin Kullanılan Materyaller	21
1.10.1. Amalgam	22
1.10.2. Çinko Oksit Öjenol İçerikli Simanlar	23
1.10.3. Cam İyonomer Simanlar	24
1.10.4. Guta Perka	25
1.10.5. Kavit	25
1.10.6. Kompozit	25
1.10.7. MTA	26
1.10.8. Biodentin	28
1.10.9. Bioaggregate	29

1.11. Kök Kanallarının Enfeksiyonu	32
1.11.1. Smear Tabakası	33
1.11.2. Kök Kanallarının İrrigasyonu	35
1.11.2.1. Sodyum Hipoklorit	37
1.11.2.2. Etilendiamintetraasetik Asit (EDTA)	39
1.11.2.3. MTAD (Mixture of Tetracycline and Disinfectant)	41
2. GEREÇ VE YÖNTEM	44
2.1. Örneklerin Seçilmesi	44
2.2. Örneklerin Hazırlanması	44
3. BULGULAR	52
4. TARTIŞMA	57
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	68
ÖZET	69
SUMMARY	70
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	88

ÖNSÖZ

Çeşitli irrigasyon solüsyonları kullanıldığında üç farklı perforasyon tamir materyalinin bağlanma dayanımına etkisinin karşılaştırılmasını amaçladığım tez çalışmam ve uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübeleriyle yol gösteren değerli hocam, tez danışmanım Anabilim Dalımızın öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Fatmagül Zıraman' a

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Berna Aslan ve tüm diğer Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine,

Uzmanlık eğitimim boyunca yanımda olan asistan ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve Dr. Berkan Çelikten' e,

Hayatım boyunca beni destekleyen, daima yanımda olan sevgili aileme,

Daima yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim Boğaçhan Akkaya'ya,

Saygı, sevgi ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
<	Küçük
>	Büyük
ANOVA	One way analysis of variance (Tek yönlü varyans analizi)
Ark	Arkadaşları
BMP	Bone Morphogenetic Protein
Ca	Kalsiyum
CHX	Klorheksidin Diglukonat
Cm	Santimetre
CO	Karbon Monoksit
°C	Santigrat derece
EBA	Ethoxy-Benzoic Acid (Etoksi benzoik asit)
EDTA	Etilen diamin tetra asetik asit
FDA	Food and Drug Administration
HV	Vickers sertlik derecesi
IRM	Intermediate Restorative Material
IL	Interlokin
Mpa	Megapascal
MTA	Mineral trioxide aggregate
MTAD	Mixture Of Tetracycline, Acid And Detergent
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
NiTi	Nikel Titanyum
OH	Hidroksit
PDL	Periodontol Ligament
pH	Potansiyel Hidrojen
TGF	Transforming growth factor

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Prognostik faktörlere göre kök perforasyonlarının sınıflandırılması: Sol taraf iyi prognoz, sağ taraf kötü prognozu göstermektedir.	9
Şekil 2.1. Dişlerin su soğutması altında elmas disklerle uzaklaştırması	45
Şekil 2.2. 1.4 çapında furkasyon perforasyonu	45
Şekil 2.3. ProRoot MTA, Biodentine, Bioaggregate	46
Şekil 2.4. Perforasyon alanlarının MTA, Biodentin, Bioaggregate ile kapatılması	48
Şekil 2.5. Örneklerin yerleştirildiği etüv cihazı	49
Şekil 2.6. %5,25'lik NaOCl, BioPure MTAD, %17'lik EDTA solüsyonları	49
Şekil 3.1. Gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından alt gruplar arası farklılık	55
Şekil 3.2. Alt gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından ana grupların dağılım grafiği	56

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Pro Root MTA, Biodentin ve BioAggregate materyallerin içerikleri	47
Çizelge 3.1. Bağlanma kuvveti değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılığa ilişkin Kruskal Wallis H Testi sonuçları	52
Çizelge 3.2. Bağlanma kuvveti değerleri bakımından alt gruplar arasındaki farklılığa ilişkin Kruskal Wallis H Testi sonuçları	54
Çizelge 3.3. Gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından alt gruplar arasındaki farklılığa ilişkin tek yönlü varyans analiz testi sonuçları	54
Çizelge 3.4. Alt gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından ana gruplar arasındaki farklılığa ilişkin tek yönlü varyans analiz testi sonuçları	55

1. GİRİŞ

Başarılı bir endodontik tedavide amaç ; kök kanallarının uygun bir şekilde genişletilip dezenfekte edildikten sonra inert, boyutsal olarak stabil ve biyolojik olarak uyumlu bir kanal dolgu materyali ile apikal foramene kadar sızdırmaz bir şekilde üç boyutlu olarak doldurulmasıdır (Çalışkan M.K., 2006).

Endodontik tedavinin esas hedeflerinden biri dişi ağızda tutarak, fonksiyonel ve estetik açıdan ağızdaki bütünlüğü koruyabilmektir. Ancak bazen tedavinin başarısızlığına yol açabilecek durumlar ile karşılaşılabilir. Bunlardan biri de; kök kanallarında oluşan perforasyonlardır. Kök perforasyonları, pulpa boşluğu ve periodontal dokular arasındaki ilişkinin bozulmasına neden olan yapay açılmalardır. Bu durum dişin prognozunu tehlikeye atan bir durumdur (Aguirre ve ark., 1986 ; Frank, 1974; Jew ve ark. , 1982).

1.1. Perforasyonların Oluşma Nedenleri

Kök kanallarındaki perforasyonlar; iyatrojenik nedenler, kök rezerbsiyonu, çürük, travma veya periodontal dokuların patolojik durumlarından dolayı oluşabilir. (Alaçam, 2012; Grossman, 1957; Kaufman ve ark., 1989)

İyatrojenik perforasyonlar; hekimin gerek kök kanal anatomisi hakkında yetersiz bilgisi, gerekse de anatomik varyasyonlar hakkında yeterli tecürebeye sahip olmamasından dolayı ortaya çıkabilir (Grossman, 1757).

Perforasyonlar sıklıkla, kök kanal tedavisinin ya da post boşluğun preparasyonu işlemi sırasında gerçekleşebilir (Kvinnsland ve ark., 1989).

Kök kanal tedavisi sırasında giriş kavitesindeki hatalar; tüm çürük dokusunun ve hatalı restorasyonların kaldırılmaması, kronlu dişlerde dişin eğiminin belirlenememesi nedeniyle pulpa odası ve kök kanal sistemine uygun girişin sağlanamaması sonucu oluşur (Gutmann ve ark., 1997).

Travma, çürük, restorasyonlar veya yaşla beraber pulpa odasında görülen kalsifikasyon sonucu kanalların bulunmasında karşılaşılan güçlükler de lateral veya furkal perforasyonlara neden olabilmektedir. (Alaçam, 2012)

Yetersiz giriş preparasyonu sonucu frezin yanlış yönlendirilmesi ve çapraşık dişlerde frezin, dişin uzun aksına paralel konumlandırılmaması sonucu perforasyonlar meydana gelebilir (Alaçam, 2012; Alhadainy, 1994).

Kurvaturolü kök kanallarının biyomekanik preprasyonu sırasında alet kırığı, dirsek oluşumu, zipping oluşumu gibi durumların yanı sıra strip perforasyonlar meydana gelebilmektedir (Abou-Rass ve ark., 1980). Özellikle zayıf kökleri olan dişlerde ve eğimli kanallarda, şekillendirme aşamasında dikkatli olunmalı, Gates glidden ve peaso reamer frezlerin kullanımına özen gösterilmelidir. Köklerin orta bölümlerinin aşırı genişletilmesi ve yapılan hatalı eğelemeler sonucu strip perforasyonlar meydana gelmektedir (Alaçam, 2012; Alhadainy, 1994).

Apikal perforasyonlar; kök kanallarına uygulanan yanlış preparasyon ve çalışma boyutunun doğru belirlenememesi sonucu anatomik foramen apikalenin yer değiştirmesine neden olan perforasyonlardır (Walton R. ve ark, 1989) .

Tekrarlayan kök kanal tedavilerinde guta perka'nın çıkarılması sırasında döner aletlerin dikkatsiz kullanımı sonucu veya kanaldan post sökölmesi ve kırık alet çıkarılması sırasında perforasyonlar oluşabilir (Glickman ve ark, 1992; Himel ve ark. 1985).

1.2. Perforasyonların Görölme Sıklıkları

Endodontik tedavide başarısızlıkların başlıca sebepleri arasında perforasyonlar gelmektedir. Seltzer ve ark (1967)'nın yaptıkları çalışmada endodontik başarısızlıkların %3.51'inin perforasyonlarla ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Endodontik tedavi görmüş dişlerin yaklaşık %2-12'sinde iyatrojenik kök perforasyonları meydana gelmektedir (Nicholls E., 1962).

Fuss ve ark. (1996)'nın yaptıkları çalışmaya göre perforasyonların insidansı %3-10 arasındadır. İyatrojenik perforasyonların %47'si endodontik tedavi sırasında meydana gelirken %53'ü post yuvası hazırlanması sırasında meydana gelmektedir (Kvinnslan ve ark, 1989).

1.3. İyatrojenik Perforasyonların Önlenmesi

İyatrojenik perforasyonlar; giriş kavitesinin açılması, kanalların aranması, genişletilmesi veya post boşluğunun hazırlanması sırasında meydana gelebilmektedir (Alaçam, 2012).

Genel olarak tüm çürük dokusunun ve hatalı restorasyonların kaldırılamaması veya kronlu dişlerde dişin aksiyal doğrultusunun saptanamaması sonucu basamak oluşumu ve bunun sonucunda da perforasyonlar meydana gelmektedir (Gutmann ve ark., 1997).

Giriş kavitesi açılması sırasında frezin, dişlerin uzun aksına paralel tutulması oldukça önemlidir. Hekim giriş kavitesinin açılması sırasında belirli zaman aralıklarında durarak bu paralelliği kontrol etmelidir. Endodontik perforasyonlardan kaçınmak için, şüpheli durumlarda radyografi alınarak frezin doğrultusundan emin olunmalı, mikroskoplar ve büyütme gözlüklerden faydalanarak düzgün bir giriş kavitesi açılmalıdır (Torabinejad ve ark. , 1996).

Kanal tedavisine başlanmadan önce uygun radyografler alınarak pulpa odasının konumu ve boyutları, yani kalsifiye olup olmadığı tavan ve tabanın birbirine yakınlığı kontrol edilmeli ve buna uygun olarak çalışılmalıdır (Alhadainy ve ark., 1994; Deutsch ve ark., 2004).

Kök kanal genişletmesinde asıl hedef; kök kanal sisteminin orijinal anatomisi değiştirilmeden, temizlenmesi ve şekillendirilmesidir. Özellikle de eğimli kanallarda kanal aletlerinin kanalın merkezinde tutulması, tüm duvarlardan eşit doku uzaklaştırılmaya çalışılması, kanalın orijinal şeklinin korunmasını sağlar (Franco ve ark., 2011).

Strip perforasyona neden olmamak için ‘tehlikeli bölge’ olarak adlandırılan ve dentin kalınlığının az olduğu, alt büyük azı dişlerin mezial köklerinin furkal kısımları ve üst büyük azı dişlerin meziyobukkal köklerinin distal kısımlarında dikkatli çalışılmalı, peaso reamer ve Gates glidden frezlerin kullanımına özen gösterilmeli, aşırı genişletme yapmamak için küçük eğler sırasıyla kullanılmalıdır (Alaçam, 1990; Glickman ve ark. , 1992; Walton ve ark., 1989).

Pulpa taşı bulunan kanallarda, eğri kanallarda, kırılan bir aletin yanından geçip ilerleyebilmek için, kanal tedavisi yenileme işleminde kanal içinde aletin yanlış yönlendirilmemesi için sık sık radyografi alınarak kontrol edilmelidir (Alhadainy ve ark., 1994; Glickman ve ark. , 1992; Himel ve ark., 1985).

Ni-Ti aletler kanalın orijinal anatomisini korurken, kanal transportasyonu ve perforasyonu riskini de azaltmaktadır (Schafer ve ark., 2003). Döner alet sistemlerinde, aşırı eğimli kanallarda kırılmayı önlemek için düşük torkta çalışılması önerilmektedir (Booth ve ark., 2013). Eğri kanallarda perforasyona yol açmadan yeterli temizleme için ultrasoniklerden faydalanılabilir. Ultrasonikler kullanılarak dikey yönde yapılan kök kanal preparasyonu istenmeyen perforasyonlara yol açabilirken, lateral yönde yapılan dikkatli bir preparasyon sayesinde perforasyonlara engel olunabilir (Plotino ve ark., 2007) .

Kanal içi post yerleştirilmesi perforasyon oluşumu açısından en büyük riski taşımaktadır (Kvinnslund ve ark., 1989). Post boşluğunun hazırlanması ve gütâ perkanın sökülmesi aşamasında döner aletler yerine ısıtılmış el aletleri ve kanal aletleri kullanılmalıdır (Çalışkan M.K, 2006). Post yerleştirilmeden önce kanal anatomisine uygun olarak postun çapı ve uzunluğu iyi belirlenmelidir. İşlem sırasında anestezi uygulanmamalı, işlem sırasında radyografik kontroller yapılarak kök kanalını mümkün olduğu kadar ortalamaya özen gösterilmelidir (Hülsman ve ark., 2014). Tüm bu kontrollere rağmen böbrek ve kum saati şekilli kesitleri olan köklerde daralma alanları, klinik ve radyografik olarak belirlenememektedir. Premolar dişlerde yapılan bir çalışmada post boşluğu hazırlandıktan sonra radyografide görülen dentin miktarının, gerçekte kalan madde miktarından 0,5 mm daha az olduğu gösterilmiştir (Raiden ve ark., 2001).

1.4. Perforasyon Tamirinde Amaç

Perforasyon tamirinde amaç; ortamdaki mikroorganizmaları elimine ederek, kökün bütünlüğünün sızdırmaz bir şekilde biyoyumlu bir materyal ile yeniden sağlanması ve hasarlı periodontal dokuların rejenerasyonunun gerçekleşmesidir (Hülsman ve ark., 2014).

1.5. Perforasyonların Tanısı

Perforasyonlar oluştuktan sonra hızlı ve doğru bir şekilde teşhis edilip, tamirinin tamamlanması prognoz açısından oldukça önemlidir (Delivans ve ark., 1981; Lemon RR., 1992; Sinai IH., 1997).

Perforasyonun etyolojisi doğru protokolün izlenmesinde en büyük role sahiptir. Teşhiste bu etiyolojiyi klinik ve radyografik olarak değerlendirebilmek oldukça önemlidir (Bryan ve ark., 1999).

İyatrogenik bir perforasyonun tanısında klinik gözlem ve semptomatik bulgular yardımcı olmaktadır. Kök kanal tedavisi sırasında oluşmuş bir perforasyonda, kanal içine yerleştirilen eğe normalde olduğundan daha gevşek bir yapıya sahiptir. Ayrıca kanaldan direkt olarak gözle ya da indirekt olarak paper pointler aracılığı ile kanama olduğu gözlemlenebilmektedir (Bakland LK., 1991; Kaufman ve ark., 1989).

Pulpa odasının perforasyonu, periodontal dokular ile komşuluğundan dolayı, yoğun bir kanamaya neden olur ve pulpa odası kan ile dolar. Bunun yanında kök kanal enstrümantasyonu sırasında oluşturulan bir perforasyon sonucu da kanal içinden gelen ani kanama gözlemlenebilmektedir (Alhadainy HA., 1994).

Kanalda oluşturulan bir perforasyon durumunda, kanallar iyice temizlenip kurutulduktan sonra, kanal içine yerleştirilen paper pointin yan duvarlarına kan bulaşmışsa kök kanalının lateral duvarında; eğer uç kısmına kan bulaşmışsa apikal bir perforasyon söz konusudur (Clauder ve ark., 2009).

Kök kanallarında oluşan perforasyonun bir diğer semptomu da ağrı olabilir. Özellikle anestezinin yapılmadığı veya yetersiz olduğu durumlarda, eğenin kökün etrafındaki kemikle teması sonucu ani bir ağrı meydana gelebilmektedir. Pulpası canlı olmayan, anestezi uygulanmamış bir dişin tedavisinde şekillendirme sırasında henüz çalışma boyuna ulaşılmamışken meydana gelen ağrı da perforasyon belirtisi olabilir (Alhadainy HA., 1994; Hülsman ve ark., 2014) .

Perforasyon hakkında detaylı bilgi radyografi ile elde edilebilir. Ancak radyografi iki boyutlu görüntü sağlayabildiği için kök kanalının mezial ve distal tarafında oluşan perforasyon hakkında bilgi verirken, bukkal ve lingual perforasyonlarda yetersiz kalmaktadır. Bu durumda röntgen tüpü mezial veya distale kaydırılarak açılı radyograf alınması, perforasyonun yerini belirlemede yardımcı olabilmektedir.(Bakland LK., 1991) Ayrıca kök kanalına uygulanan radyopak materyaller de görüntünün geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bunun yanında ne yazık ki anatomik yapılar ve kullanılan radyopak restoratif materyaller de

süperpoze olarak perforasyonun varlığını ve yerini gizleyebilmektedir (Tsesis ve ark., 2006).

Perforasyonların varlığını ve konumunu belirlemede üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinden de yararlanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, mandibular molar dişlerde, kök kanal tedavisi sonrası strip ve kök perforasyonlarının tesbitinde iki farklı açı ile alınan dijital periapikal radyograflar ile konik ışınli bilgisayarlı tomografinin başarısı karşılaştırılmıştır. Strip perforasyonların değerlendirilmesinde, KIBT görüntülerinin hassaslık ve keskinliği dijital radyografilerden üstün bulunmuştur. Kök perforasyonlarının değerlendirilmesinde ise KIBT dijital radyografiden üstün olmakla birlikte aralarında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır (Shemesh ve ark., 2011).

Çeşitli büyütme teknikleri, baş lambaları, transilüminasyon teknikleri ve dental operasyon mikroskobu ile incelemek de perforasyonun belirlenmesi ve tedavisi konusunda oldukça önemlidir.(Tsesis ve ark., 2006)

Kök kanal tedavisi sırasında meydana gelen perforasyonların saptanmasında; elektronik apeks bulucu cihazlardan da yararlanılabilir. Perforasyon sonrası çalışma boyundan daha kısa bir alanda uyarı veren apeks bulucu cihaz perforasyonun yerinin saptanmasında da yardımcı olmaktadır. Üç apeks bulucunun (Root ZX, Apit III ve Sono Explorer Mark III) kök perforasyonu belirleme doğruluğu in vitro olarak karşılaştırılmış ve üç cihaz arasında herhangi bir fark bulunamamıştır. Klinik olarak bu apeks bulucuların perforasyon belirleme konusunda yardımcı olabileceği sonucuna varılmıştır (Fuss ve ark. 1996; Kaufman ve ark., 1989; Kaufman ve ark., 1997).

Eski bir perforasyona tanı koymak güç olduğu kadar tedavisi de güçtür. Ancak radyografiler işlem sırasında yapılan perforasyonu belirlemede olduğu gibi eski bir perforasyonu belirlemede de yardımcı olabilmektedir. Kök yapısı ve pulpa odasının tabanında meydana gelen perforasyonlar, furkal alanda ve kökün dış yüzünde devamlılığın bozulması şeklinde izlenebilmektedir (Hülsman ve ark., 2014).

Perfore olan dişlerde ataşmanın zarar görüp görmemesi tedavinin planlanması ve dişin prognozu açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle periodontal olarak da dikkatle incelenmeli ve özenli bir cep incelemesi yapılmalıdır. Ataşman kaybı ile periodontal yıkım varlığında; ortodontik, periodontolojik ve endodontik konsültasyonlar yapılmalı ve tedavi şekillendirilmelidir (Alaçam T., 2012).

1.6. Perforasyonların Sınıflandırılması

Perforasyonların sınıflandırılması, farklı araştırmacılar tarafından farklı kriterler göz önüne bulundurularak yapılmıştır.

Nicholls (1962), perforasyonların sınıflandırmasını şu şekilde yapmıştır:

1. Rezorpsiyona bağlı perforasyonlar
2. Travmaya bağlı perforasyonlar
 - (a) Kanal dogusundan önce oluşan perforasyonlar
 - Pulpa odasının tabanında oluşan perforasyonlar
 - Kökte oluşan perforasyonlar
 - Kökün koronal üçte birinde oluşan perforasyonlar
 - Kökün orta üçte birinde oluşan perforasyonlar
 - ✓ Yatay yönde oluşan perforasyonlar
 - ✓ Dişin uzun ekseni yönünde oluşan perforasyonlar
 - Kökün apikal üçte birinde oluşan perforasyonlar
 - (b) Kanal dolgusundan sonra oluşan perforasyonlar

Kök Perforasyonları	
Lateral - Furkal	
yeni oluşmuş	önceden oluşmuş
Küçük	Büyük
apikal - koronal	Krestal
<-----	----->
iyi prognozlu	kötü prognozlu

Şekil 1.1. Prognostik faktörlere göre kök perforasyonlarının sınıflandırılması: Sol taraf iyi prognoz, sağ taraf kötü prognozu göstermektedir.

Fuss ve Trope (1996) prognostik faktörlere göre kök perforasyonlarını sınıflandırmışlardır. Bu sınıflandırma şekil 1.1' de özetlenmiştir.

Tabloyu açacak olursak;

1. Perforasyon oluşuktan sonra geçen süreye göre;
 - a) Yeni oluşmuş perforasyonlar: Aynı seansta aseptik koşullar bozulmadan hemen tedavisi yapılabilen perforasyonlar
 - b) Önceden oluşmuş perforasyonlar: Önceden oluşmuş ve aynı seansta tedavi edilmediği için bakteriyel enfeksiyona maruz kalmış perforasyonlar
2. Perforasyonun büyüklüğüne göre;
 - a) Küçük perforasyonlar: 15-20 numaralı eğelerle meydana gelmiş, minimal seviyede doku yıkımının olduğu bu nedenle kolay tıkanabilen, aseptik koşullar altında tedavinin tamamlanabildiği perforasyonlar
 - b) Büyük perforasyonlar: örneğin post preparasyonu hazırlanması sırasında meydana gelen, ciddi doku yıkımına sahip, tükrük sızıntısı ve enfeksiyon olasılığı yüksek, uygun tıkanmanın yapılamadığı prognozu zayıf perforasyonlar
3. Perforasyonun oluşma yerine göre;
 - a) Koronal perforasyonlar: dişin kuron kısmında krestal kemik ve epitelyal ataşmana kadar görülen iyi prognozlu perforasyonlar
 - b) Krestal perforasyonlar: epitelyal ataşman ve krestal kemik seviyesinde yer alan zayıf prognozlu perforasyonlar

- c) Apikal perforasyonlar: apikal bölgeden krestal kemik ve epitelyal atışmana kadar görülen iyi prognozlu perforasyonlar
- 4. Perforasyonun destek dokularla olan ilişkisine göre;
 - a) Lateral perforasyonlar: koronal veya apikal olarak gözlemlenen iyi prognozlu perforasyonlar
 - b) Furkasyon perforasyonları: genel olarak krestal kemikle kaplı zayıf prognozlu perforasyonlar

Clauder ve Shin (2009) oluşum zamanına göre kök perforasyonlarını sınıflamışlardır. Bunlar:

1. Endodontik işlemlerden önce oluşmuş perforasyonlar
2. Endodontik işlemler sırasında meydana gelmiş perforasyonlar
3. Endodontik işlemlerden sonra meydana gelen perforasyonlar

1.7. Perforasyonların Prognozunu Etkileyen Faktörler

- a) Perforasyonun büyüklüğü
- b) Perforasyonun lokalizasyonu
- c) Tedavi edilene kadar geçen süre
- d) Periodontal durum
- e) Kullanılan tamir materyali
- f) Hekimin görüşü ve manipülasyonu
- g) Hastanın kooperasyonu ve oral hijyeni

(Alaçam T., 2012; Alhadainy HA., 1994; Frank AL., 1974; Fuss ve Trope, 1996; Jew ve ark.,1982; Oswald JB., 1979)

1.7.1.Perforasyonun Büyüklüğü

Perforasyonun büyüklüğü, hermetik bir kapama sağlanması açısından oldukça önemlidir. Küçük boyutlardaki perforasyonların kontamine olmadan hızlı bir şekilde tedavi olma şansı çok yüksektir. Boyut büyüdükçe perforasyon bölgesinin ideal olarak tıkanması güçleşirken, taşkın dolgu riski arttığı gibi doğru orantılı olarak periodontal dokularda oluşacak irritasyon riski de artar (Alhadainy HA., 1994).

Himel ve ark. (1985)'nın köpeklerin premolar ve molar dişlerinde yaptığı çalışmada, eşit boyutlarda perforasyonlar oluşturulmuş, dişin boyutunun büyümesine bağlı olarak perforasyon tedavisinin başarısındaki artışı göstermişler.

Perforasyon alanı ne kadar küçük olursa defektin tamiri de bir o kadar kolaydır ve iyileşme potansiyeli de aynı şekilde artmaktadır (Tsesis ve Fuss, 2006). Perforasyon alanı büyüdükçe izolasyonu sağlamak daha güç hale gelmekte ve daha fazla bakteriyel irritasyona neden olmaktadır. Tıkama etkinliğinin azalması ve başarısızlık riski de aynı orantı ile artmaktadır (Fuss ve Trope, 1996).

1.7.2. Perforasyonun Lokalizasyonu

Perforasyonun lokalizasyonu, tedavide başarıyı etkileyen en önemli faktördür (Dazey ve ark., 1990). Perforasyonun belirlenme süresi, boyutu ve şekli kadar lokalizasyonu da perforasyon alanında enfeksiyon kontrolünü etkiler (Tsesis ve Fuss, 2006).

Kökün apikal ve orta üçlüsünde yer alan perforasyonlar genel olarak kemik içinde kalır ve sağlıklı periodontal dokulara sahip dişlerde ağız ortamına açılma ihtimali de azalır (Çalışkan M.K., 2006). Fuss ve Trope (1996)' a göre lateral perforasyonlar; iyi prognozlu, furkasyon perforasyonları kötü prognozludur. Çünkü lateral perforasyonlar; koronal ya da apikal olarak gözlenirken, furkasyon perforasyonları; krestal kemik ile kaplıdır. Kökün servikal üçlüsünde veya furkasyon

bölgesinde yer alan perforasyonların, gingival sulkus ile olan yakın ilişkisinden dolayı prognozunun zayıf olduğu gösterilmiştir (Frank AL., 1974; Himel ve ark., 1985; Simon ve ark., 1978). Bu bölgede yer alan perforasyonların tedavisi oldukça güçtür ve periodontal cep oluşumu inatçı enflamasyona yol açar (Bella ve ark., 1991).

Alveolar kret bölgesinde yer alan perforasyonlar hemen tedavi edilmediği takdirde, epitelin perforasyon alanına doğru yer değiştirmesi periodontal defekt yaratır (Kvinnslund ve ark., 1989; Petersson ve ark., 1985). Bu durumun nedeni alveolar kret bölgesindeki perforasyonların, epitelyal migrasyon ve periodontal cep oluşumuna oldukça yatkın olmalarıdır (Fuss ve Trope, 1996). Sağlıklı periodonsiyumla çevrili yani, gingival sulkus bağlantısı olmayan, kökün koronal 1/3' ünde yer alan perforasyonlar daha iyi bir prognoza sahiptir (Alhadainy HA., 1994). Bu alanda perforasyona ulaşım rahattır ve yeterli tıkama da daha kolay bir şekilde sağlanabilir (Fuss ve Trope, 1996).

1.7.3. Tedavi Edilene Kadar Geçen Süre

Perforasyon alanı mümkün olan en kısa sürede kapatılmalıdır. Bu sayede ataşman kaybı ve daha ileri sulkuler ataşman harabiyeti önlenabilir (Alaçam, 2012). Böylece enfeksiyon olasılığının azaldığı ve perforasyonu çevreleyen dokularda harabiyetin minimal seviyede tutulabildiği saptanmıştır (Fuss ve Trope, 1996).

Perforasyon tamiri; aynı seansta aseptik koşullarda yapılabilirken, aradan geçen süre sonucunda ortam, bakteriyel enfeksiyona maruz kalmaktadır (Fuss ve Trope, 1996; Harris, 1976). Perforasyonların hemen kapatılması ile tedaviyi olumsuz etkileyecek olası kanama ve kontaminasyonun da önüne geçilebilmektedir (Celik Unal ve ark., 2010).

Kanalda perforasyon olduğu sırada kanal şekillendirmesi yapılmamış veya tamamlanmamış ise, perfore alan kesin olarak endodontik tedaviden önce

kapatılmalıdır. Perfore alan kapatılmadığında, kanama kontrolü yapılamaz irriganların ve kanaldaki debrisin taşması mümkün hale gelir, bölgede enfeksiyon kontrol altına alınamaz (Alaçam, 2012; Kvinnsland ve ark., 1989).

1.7.4. Periodontal Durum

Perfore olan dişlerin periodontal muayenesi ve cep incelemesi dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Ataşman kaybı ve periodontal durum komplike bir tedavi gereksinimine neden olabilir, cerrahi tedavi planlaması yapılmasına ihtiyaç duyulabilir (Alaçam, 2012).

1.7.5. Kullanılan Tamir Materyali

Prognozun iyi olabilmesi için, perforasyon alanının gingival sulkus ile bağlantıyı kesecek, doku ile biyouyumlu bir materyalle en kısa sürede tamiri yapılmalıdır (Holland ve ark., 2001). Perforasyon alanının iritan etki göstermeyen bir materyalle kapatılması, periodontal enflamasyon oluşumunu engelleyebilmektedir (Fuss ve Trope, 1996).

Perforasyon tamirinde kullanılan materyaller, biyouyumlu veya en azından biyolojik açıdan etkisiz olmalıdır. Ayrıca tamir materyali kök duvarlarına tutunabilmeli, oral çevre ve periradiküler dokular içinde akışkanlık göstermemeli, nemden etkilenmemeli, boyutsal olarak stabil olmalı ve rezorbe olmamalıdır. Aynı zamanda bu materyalin idealde periodontal dokunun ya da sementin, defektin üzerini örtmesine yardımcı olmalı ya da en azından buna izin vermelidir (Gancedo ve ark., 2006; Hashem AA. Ve ark., 2012; Hülsman ve ark., 2014).

Molar dişlerde oluşan furkasyon perforasyonlarında kullanılan materyaller okluzal kuvvetlere dayanıklı olmalıdır (Celik Ünal ve ark., 2010). Perforasyon

tamirinde başarının anahtarı, doğru teşhis ve tedavi planlamasıyla birlikte uygun bir materyalin kullanımıdır (Alhadainy, 1994).

1.7.6. Hekimin Görüşü ve Manüplasyonu

Perforasyonları kontrol altına almanın en önemli aşaması, oluşmasına engel olmaktır. Komplikasyonları önlemek için hekimin pulpa odasının boyutları ve lokalizasyonu, ayrıca anatomik varyasyonlar hakkındaki bilgi ve deneyiminin yeterli olması gerekmektedir (Clauder ve Shin, 2009).

Perforasyon bölgesine ulaşım ve manipülasyonu sağlamak için bölgenin görüşü büyük önem taşımaktadır. Yeterli görüşü sağlamak için; büyüteçler, baş lambaları, transillüminasyon aletlerinin yanı sıra looperlar ve operasyon mikroskopları kullanılmaktadır (Alaçam, 2012).

1.7.7. Hastanın Kooperasyonu ve Oral Hijyeni

Oluşan bir perforasyon sonucu bütün etmenler göz önünde bulundurularak, tedavinin cerrahi olmayan endodontik tedavi veya cerrahi uygulama gereksinimine göre hasta bilgilendirilmeli ve bu konuda motive edilmelidir. Hasta işbirliği ve motivasyonunun sağlanması, hastanın tedavi isteği ve oral hijyenini etkiler. Bu durum da tedavinin başarısını etkilemektedir (Alaçam, 2012).

1.8. Geçen Süreye Göre Perforasyon Tamir Yaklaşımı

1.8.1. Perforasyonlarda Yara Bölgesine İlk Müdahale

Perforasyon bölgesinde, öncelikle kanamanın izotonik serum solüsyonu veya sulu kıvamda kalsiyum hidroksit süspansiyonu ile durdurulması gereklidir. Çok

şiddetli hiperemi varsa, akut fazın geçmesi için perforasyon bölgesi, kalsiyum hidroksit patıyla kapatılarak birkaç saat bekletilmelidir. Meydana gelen perforasyon, mümkün olan en kısa sürede kapatılmalıdır. Mümkün olmadığı durumlarda, sulu kıvamda kalsiyum hidroksit hazırlanarak perforasyon alanına yerleştirilmeli ve giriş kavitesi sıkıca kapatılmalıdır. Tedavinin geri kalanı fazla geciktirilmeden bir sonraki seansta tamamlanmalıdır (Hülsmann M. ve Schafer E., 2014, p:394-396).

1.8.2. Yeni Oluşmuş Bir Perforasyonun Tamiri

Öncelikli olarak, perforasyon alanında yabancı madde (örneğin; siman artıkları, güta perka, diş parçaları) kalmadığından emin olunmalıdır. İkinci olarak, perforasyon alanına bağlı olarak kök kanal tedavisine devam edilebileceği ve kök kanallarının tamir materyali ile (MTA) tıkanmayacağından emin olunmalıdır. Başlangıçta yapılan şekillendirmeyi ve kanal patı uygulamasını takiben kök kanallarının ağzı ayrıca Cavit (3M, Espe, Seefeld, Almanya) ile kapatılabilir. MTA sertleştikten sonra Cavit kaldırılarak son şekillendirmenin ve kanal dolgusunun yapılması sağlanır. MTA'nın yerleştirilmesi ve taşınması ile ilgili güçlüklerle karşılaşmaktadır. Bu nedenle yumuşak MTA'nın uygulanabilmesi için çeşitli sistemler önerilmektedir (örneğin MTA tabancası, Dentsply, Maillefer, Bellaguiers, İsviçre). Çeşitli uçlar MTA'nın düzgün bir şekilde taşınmasına izin verir. MTA sertleştikten sonra pulpa odasının tabanına girilebilir ve herhangi bir adeziv restorasyon uygulanabilir. Kanal tedavisi sırasında perforasyon oluştuğunda, perforasyonun tamir edilmesi mutlak önceliği oluşturur ve herhangi bir kök kanal tedavisi uygulamasından önce yapılmalıdır. Kullanılan tamir materyali sertleşirken giriş kavitesi bakteri geçirmez bir şekilde kapatılmalıdır (Hülsmann M. ve Schafer E., 2014, p:394-396).

1.8.3. Eski Perforasyonların Tamiri

Bir süre önce meydana gelmiş genel olarak farkedilmemiş, bir perforasyona büyük olasılıkla doku enfeksiyonu da eşlik etmektedir. Bu nedenle, tamir işleminin

uzun soluklu olmasını sağlamak için dezenfekte edici, uygun solüsyonlarla perforasyon alanının yeterli süre boyunca yıkanması gerekmektedir. Granülasyon dokusu genellikle perforasyon alanına doğru büyür. Kök yüzeyi konturlarının restorasyonu, mümkün olan maksimum antimikrobiyal etkinliğin ardından yapılması perforasyon tamirinin ana amacıdır. Perforasyona doğru büyüyen granülasyon dokusunun bir kısmı sodyum hipokloritte çözünebilir. Yüzeysel doku katmanlarının lizisi etkin bir dezenfeksiyon sağlar. Endotoksinlerin uzaklaştırılmasının da eski perforasyonların tamirinde önceliği bulunmaktadır (Hülsmann M. ve Schafer E., 2014, p:394-396).

1.9. Perforasyon Tamirinde Tedavi Yöntemleri

Perforasyon tedavisinde başarı şansı perforasyon sahasına ulaşma, perforasyon sahasının büyüklüğüne, periodontal şartlara, dişin stratejik önemine, hastanın oral hijyen durumuna, kök kanal tedavisinin kalitesine ve hekimin deneyimine bağlıdır. Periodontal durumu şüpheli, büyük perforasyonlu ve kötü ağız hijyenine sahip, stratejik önemi olmayan dişlere çekim endikasyonu konabilir (Alhadainy HA., 1994; Simon ve ark., 1978).

Perforasyon tamirinde uygulanan cerrahi ve cerrahi olmayan (ortograt) yaklaşım olmak üzere iki yaklaşım bulunmaktadır (Torabinejad ve Chivian, 1999).

1.9.1. Cerrahi Olmayan Tedavi Yaklaşımı

Perforasyonlar; perforasyon alanının konvansiyonel olarak bir dolgu materyali ile tıkanması, ortodontik-endodontik teknikler uygulanarak veya perforasyon sahasının kalsifiye edilmesi ile tamir edilmektedir (Frank AL. , 1974; Simon ve ark. , 1978). Cerrahi olmayan tedavi yaklaşımları oluşum yerlerine göre şu şekilde tedavi edilebilir.

1.9.1.1. Lateral Perforasyonlar

1.9.1.1.1. Koronal Perforasyonlar

Perforasyon dişin koronal kısmında yani supragingival bölgede ise; restoratif bir dolgu materyali ile tıkanarak veya kron yapılarak tamir edilebilir (Frank AL., 1974). Koronal kök perforasyonlarının tamirinde ön dişlerde, asitle pürüzlendirilmiş kompozit rezinler veya cam iyonomer simanlar; arka grup dişlerde bu maddelerin yanında amalgam da kullanılabilir (Fuss ve Trope, 1996).

1.9.1.1.2. Krestal perforasyonlar

Krestal kök perforasyonları epitelyal ataçmana komşuluğu ve gingival sulkusla bağlantısı nedeniyle tedavisi en zor perforasyonlardandır. Tedavisi genellikle cerrahi yöntemler uygulanarak yapılmaktadır. Ayrıca dişe ortodontik ekstrüzyon uygulanarak dişin koronal seviyeye getirilmesiyle cerrahi olmayan teknikle de tedavi edilebilmektedir (Fuss ve Trope, 1996).

Perforasyon alveolar kretin 1-2 mm apikalinde, subgingival bölgede ise; diş ortodontik tekniklerle alveolar kret seviyesine yükseldikten sonra, perforasyon sahası bir dolgu materyali ile tıkanır (Simon ve ark., 1978). Ancak bu tedavi tekniğinin kompleks olması, zaman gerektirmesi ve dişi stabil halde tutma gibi dezavantajları bulunmaktadır. Fakat tekniğin uygulanması esnasında periodonsiyum üzerinde herhangi bir işlem yapılmaması gibi avantajı da mevcuttur (Oswald JB., 1979).

1.9.1.1.3. Apikal Perforasyonlar

Apikal bölgede meydana gelen perforasyonlar, çoğunlukla temizleme ve şekillendirme işlemleri sırasında oluşur. Apikal perforasyonların cerrahi olmayan tedavisinin güçlükleri bulunmaktadır. Tıkanma ve basamak oluşumu sonucu,

genellikle apikal cerrahi gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte öncelik daima cerrahi olmayan tedavidir. Cerrahi olmayan tedavide ana kanal bulunmalı, kök açıklığı (patency) elde edilmeli ve kanal yeterli miktarda genişletilmelidir. Yapay kanalın tıkanmasında MTA kullanılabilir ve tıkama filmle kontrol edilmelidir (Alaçam, 2012).

Apikal bölgede küçük ve yeni oluşmuş perforasyonlar tercihen tek seansta, güta perka ve kanal patıyla kapatılmalıdır. Apikalde küçük ve eskiden oluşmuş perforasyonlar, kalsiyum hidroksit gibi antibakteriyel kanal içi medikamanlarla tedavi edildikten sonra, sonraki seanslarda ana kanal tıkanmasıyla tedavi edilmelidir. Apikalde yeni veya önceden oluşmuş geniş perforasyonlarda, açık apeksli dişlerin tedavisinde olduğu gibi uzun dönem kalsiyum hidroksit tedavisi uygulanmalıdır. Apikalde sert doku bariyeri oluşana kadar kanal içi medikaman aylarca uygulanır. Sert doku bariyeri oluştuğundan sonra kök kanal dolgusu yapılabilir. Ana kanala ulaşılabilirliğin olmadığı ve apikal periodontitisin geliştiği vakalarda kök rezeksiyonu endikedir (Fuss ve Trope, 1996).

1.9.1.2. Furkasyon Perforasyonları

Molar dişlerin furkasyon bölgelerinde oluşan perforasyonların tedavisi oldukça büyük mekanik yaralanma ve sıklıkla sulkusla bağlantılı olmasından dolayı genellikle zordur.

Perforasyon furkasyon bölgesinde ise; perforasyon sahası bir dolgu materyali ile doldurulabilir (Alhadainy HA., 1994). Ancak Cohen ve Burns (1980), bu tip tedavi şeklinin oldukça zor olduğunu ve periodontal boşluk içine dolgu maddesinin taşabileceğini, bu nedenle uygulamanın dikkatli bir şekilde yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Beavers ve ark. (1986), furkasyon perforasyonlarını çevreleyen dokulardaki potansiyel iyileşmeyi göstermişler ve yapılan tedaviyi açıklamışlardır. Küçük

furkasyon perforasyonları hızlı sertleşen bir materyalle kapatıldığında, iyi bir prognoza sahiptir. Bununla birlikte geniş furkasyon perforasyonları tamir materyalinin yerleştirilmesi sırasında güçlük yaratır ve materyalin periodontal ligament (PDL) boşluğuna taşması olasıdır.

Furkasyon bölgesinde meydana gelen ebatları geniş perforasyonlarda; internal matris oluşturulması düşüncesiyle kemik üzerine biyomateryaller uygulanarak üzerine güvenli bir şekilde tamir materyalleri yerleştirilir. Tamir materyali yerleştirilirken, hemoraji ortadan kaldırılmış olduğundan daha hermetik bir kapama sağlanabilir. Bu girişim internal matris yaklaşımı olarak adlandırılmaktadır (Lemon, 1992). Büyük perforasyonların tamirinde, internal matris tekniği önerilmektedir. Bu teknik için kullanılan materyaller steril ve manipülasyonu kolay olmalı, inflamasyon oluşumuna neden olmamalıdır (Hartwell ve England, 1993). Yapılan çalışmalarda internal matris olarak kullanılan materyaller; hidroksiapatit (Lemon ,1992), dekalsifiye dondurulmuş kurutulmuş kemik (Hartwell ve England, 1993), kalsiyum hidroksit (Pettersen ve ark., 1985), ve steril sığır kollagenidir (Alaçam, 2012; Reserberg, 1995; Ruddle, 1994).

Periodontal yayılım göstermiş geniş furkasyon perforasyonlarının prognozu genel olarak zayıftır ve genellikle köklerden birinin cerrahi olarak uzaklaştırılması önerilmektedir (Fuss ve Trope, 1996).

Furkasyon perforasyonları düzgün tedavi edilmediği takdirde, prognozu oldukça zayıftır (Sinai, 1977). Bu tip perforasyonların tamiri için cerrahi ve ortograt teknikler ileri sürülmüştür. Cerrahi tedaviler, bu tip defektlerde cep oluşumuna neden olabilir. Bu nedenle furkasyon defektlerinde cerrahi olmayan tedaviler önerilmektedir (Bryan ve ark., 1999).

1.9.2. Cerrahi Tedavi

Perforasyon tedavisinde diğer seçeneklerin yetersiz kaldığı durumlarda cerrahi yaklaşım önerilir. Cerrahi yöntemlerde doğrudan perforasyon alanına girilerek yapılan tıkamalar yanında, kök amputasyonu, hemiseksiyon veya replantasyonlu veya replantasyonsuz ekstraksiyonlar da yapılabilir (Alaçam, 2012). Cerrahi tedavinin amacı, çevre periodontal dokulardan gelen bakteriler ve bunların yan ürünlerinin kanal içine sızmasını engelleyecek yeterli tıkamanın sağlanmasıdır (Tsesis ve ark., 2006).

Furkasyon bölgesindeki büyük perforasyonlar biküspidizasyon, hemiseksiyon veya kök amputasyonu ile tedavi edilebilir. Bu tedavi tekniklerinden hangisinin seçileceğine; alveoler kretin seviyesi ve furkasyon bölgesi ile olan ilişkisi, kökün furkasyon bölgesinden sonraki uzunluğu ve eğimi değerlendirilerek karar verilir. Anatomik yapısı normal ve kemik desteği yeterli olan dişlere hemiseksiyon ve biküspidizasyon uygulanırken, kemik desteği yeterli olmayan dişlere kök amputasyonu uygulanır (Frank AL., 1974).

Kök ortasında bulunan ve cerrahi uygulama ile perforasyon bölgesine ulaşılamayan dişlere ise nadir olarak uygulanan reimplantasyon işlemi yapılabilir. Bu teknikte diş çekilerek, perforasyon bölgesi tıkanır ve alveoler sokete tekrar yerleştirilir (Alhadainy HA., 1994).

Apikal bölgedeki perforasyonlarda ise kron-kök oranı yeterli ise apikal rezeksiyon uygulanır. Kron-kök oranı yetersizse diş çekilir (Alaçam, 2012; Gutmann ve Harrison, 1991).

1.10. Perforasyon Tamiri İçin Kullanılan Materyaller

a) Hemostatik Materyaller

Perforasyon tamirinde kuru bir alan görüşü artırır ve onarımın düzgün bir şekilde yapılmasını sağlar. Kalsiyum hidroksit kanala şırıngaların hidrolik basıncıyla yerleştirilir. Kanal veya perforasyon bölgesinde 4-5 dakika kalması sağlanır. Daha sonra alandan NaOCl ile uzaklaştırılır. 2-3 uygulama kanamayı kontrol altına almaya başlar. Kanama durdurulamadığında kalsiyum hidroksit sonraki seansa kadar kanalda bırakılır.

Ferrik sülfat gibi hemostatiklerin bıraktığı koagülüm bakteriyel gelişime zemin hazırlayabilir, dişle restorasyon arasında oluşan tıkamayı ve prognozu tehlikeye atabilir (Alaçam, 2012) .

b) Bariyer Materyalleri

Bariyerler kuru bir alan oluşturarak restoratif materyallerin iyi kondanse edilebilmelerini sağlamaktadırlar. Rezorbe olan ve olmayan çeşitleri vardır.

i. Rezorbe Olan Bariyerler

Genellikle diş içine değil, kemik içindeki kaviteye yerleştirilirler. Furkasyon veya kök yüzeyi anatomisine uygun şekilde konumlandırılırlar. Bu amaçla kullanılan materyaller; kollojen ve kalsiyum sülfattır (Alaçam, 2012).

ii. Rezorbe Olmayan Bariyerler

MTA, IRoot BP (hidroksiapatit esaslı materyal) gibi materyaller bariyer maddesi olarak kullanılabilir.

c) Onarım Materyalleri

İdeal bir perforasyon onarım materyalinin özellikleri;

- Ucuz olmalı
- Kullanımı kolay olmalı
- Rezorbe olmamalı
- Oral çevre ve periradiküler dokular içinde akışkanlık göstermemeli
- Yerinden oynatabilecek kuvvetler altında boşlukta sabit kalabilmeli
- Boyutsal olarak stabil olmalı
- Osteogenezis ve sementogenezisi stimüle etmeli
- Radyopak olmalı
- Toksik olmamalı
- Antimikrobiyal etkinliği olmalı
- Steril olmalı veya kolay steril edilebilmelidir (Alhadainy, 1995; Gancedo, 2006; Hashem,2012; Himel ve; Snyder ve ark. , 1997; Seltzer, 1988).

Kullanılan dolgu materyalleri arasında; amalgam, güta perka, kavite, çinko fosfat siman, çinkooksit öjenol içerikli dolgu materyalleri, hidroksiapatit, rezin içerikli kanal dolgu materyalleri, trikalsiyum fosfat ve MTA sayılabilir.

1.10.1. Amalgam

Amalgam, radyopak olması, ucuz olması, kolay manipülasyonu, rezorbe olmaması ve iyi tıkkama özelliklerine sahip olması nedeni ile en çok tercih edilen ve en eski perforasyon tamir materyalidir (Alaçam, 1990; Bodrumlu, 2008). Ancak günümüzde amalgamın perforasyon tamir materyali olarak kullanılması; toksisitesi, korozyona uğraması, civa ve kalayın periapikal dokulara kontaminasyonu, dokuda renklenme ve marjinal sızıntı nedeniyle sorgulanmaktadır (Huang ve ark., 2002; Johnson, 1999). Ayrıca, mikroorganizma kontaminasyonuna izin veren yavaş bir

sertleşme süreci olması ve yavaş sertleşme sonucu dolgu maddesi ile kavite duvarları arasında boşluklar meydana getiren 10mm/cm' ye kadar büzülme ve genleşmeye imkan vermesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Özsezer, 2004). Benenati ve ark. (1986) yaptıkları çalışmada perforasyon tamir materyali olarak amalgamı, vertikal kondanse edilen sıcak gutta perka'ya göre daha başarılı bulmuşlardır.

1.10.2. Çinko Oksit Öjenol İçerikli Simanlar

Çinko oksit öjenol simanın; uzun sertleşme süresi, çözünürlüğü ve basınca karşı dayanıksızlığı gibi dezavantajlarının elimine edilmesi amacıyla yapılan çalışmalar sonucu, çinko oksit tozuna çok çeşitli maddeler ilave edilerek modifiye güçlendirilmiş simanlar elde edilmiştir (Alaçam, 1990; Owadally ve ark., 1993).

Bramante ve ark. (1987) furkal perforasyon tamir materyali olarak çinko oksit öjenol siman kullanmış ve inflamatuvar reaksiyona yol açarak alveol kemikte rezorbsiyona neden olduğunu belirtmişlerdir.

Super EBA simanı ilk defa 1978'de retrograd dolgu materyali olarak klinikte uygulanmış ve başarılı bulunmuştur. Materyalin dentine tutunma özelliği, kondensasyon gerektirmemesi ve yerleştirildiği bölgenin şeklini alabilmesi gibi avantajları da bulunmaktadır (Oynick ve ark., 1978).

IRM, manüplasyonu kolay, ucuz bir materyaldir ve özellikle yoğun bir karışım elde edildiğinde son derece düşük doku toksisitesine sahip bulunmaktadır. Karışımın toz/likit oranının artırılması sertleşen simandan serbest öjenolün salınımını azaltır ve dolayısıyla materyalin toksik etkisinde düşme olur (Thirwat ve ark., 1989).

Lee ve ark. (1993) lateral kök perforasyonu tamirinde amalgam, IRM ve MTA kullanmış, sonuç olarak MTA'nın, IRM ve amalgam'a göre daha az sızıntı gösterdiğini belirtmişlerdir. Trope ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada, retrograd dolgu maddesi olarak IRM ve Super EBA kullanmış ve arada istatistiksel olarak

anlamalı bir fark bulamamıştır. Dorn ve Gartner (1990) ise, IRM'nin Super EBA'dan daha fazla öjenol salınımı gösterdiği, çözünürlüğünün daha yüksek olduğu, daha fazla sızıntı ve daha az sıkıştırma direnci gösterdiğini bildirmişlerdir.

Lin ve ark. (2004) Super EBA' nın insan PDL fibroblastları üzerinde sitotoksik etki gösterdiklerini ve bu etkinin de yapılarında bulunan öjenolden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. IRM de yeni hazırlandığı zaman yine öjenol komponentinden ötürü orta-ciddi toksisiteye neden olmaktadır (Johnson, 1999).

1.10.3. Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanlar, ilk olarak 1970'lerin başlarında Wilson ve Kent tarafından diş hekimliğine tanıtılmıştır (Wilson ve Kent, 1973). Avantajları arasında; diş yapısına kimyasal olarak bağlanabilmesi, yüksek biyouyumluluğu, mikrosızıntı ve bakteri penetrasyonunu önleyen marjinal örtücülüğü bulunmaktadır (Al Ajam ve ark., 1993; Callis ve ark., 1987; DeGrood ve ark., 1995). Nem kontaminasyonu ve dehidratasyona olan hassasiyeti ise önemli dezavantajlarıdır (Inoue ve ark., 1991).

Alhadainy ve Himel (1993) furkal perforasyon tamirinde ışıkla sertleşen cam iyonomer simanı, amalgam ve kavit'ten daha başarılı bulmuşlardır (Alhadainy ve ark., 1993).

McLean ve Gasser (1985); cam iyonomer simanlara, soy metal alaşımlarından alınan lifler ve partiküller ekleyerek yeni bir tip siman üretmiş ve bu ürünü cam kermet siman olarak tanıtmışlardır. Ketac Silver ticari adıyla piyasaya sürülen cam iyonomer-gümüş kermet siman; mine ve dentine adezyon, flor iyonu açığa çıkarması, termal genişleme katsayısının diş yapısına benzer oluşu, radyoopasitesi, kısa sertleşme süresi, sertleştikten sonra yapısal bütünlüğünü koruması, kolay manipüle edilebilir olması gibi özelliklere sahiptir (Schwartz ve ark., 1988; Pissiotis ve ark., 1991).

Chau ve ark. (1997) Perforasyon tamirinde kullandıkları; ışıkla sertleşen cam iyonomer siman, kalsiyum fosfat siman ve kalsiyum fosfat simanın matriks olarak kullanıldığı cam iyonomer siman ile yapılan çalışmada üç grup arasında boya sızıntısı açısından anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

1.10.4. Güta Perka

Güta perka ilk olarak 1867 yılında Bowman tarafından tanıtılmıştır. Endodontide kök kanal dolgusunda en sık kullanılan ana materyaldir. Lantz ve Persson (1967) köpek dişlerinde yaptıkları histolojik çalışmada, perforasyon tamir materyali olarak güta perka, çinko fosfat siman ve amalgamı kullanmış. Çıkan sonuçlarda; güta perkanın daha az inflamasyona neden olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak Benenati ve ark. (1986), perforasyon tamir materyali olarak guta perkanın, amalgamdan daha fazla başarısızlığa neden olduğunu bildirmişlerdir.

1.10.5. Kavit

Kavit, öjenol içermeyen, önceden karıştırılmış polivinil içerikli bir maddedir (Harris WE., 1976). Manipülasyon kolaylığı ve yeterli örtücülük özelliği içermesi nedeni ile endodontik perforasyonlarda tamir materyali olarak kullanılabilir (Wideman ve ark., 1971). Kavitin örtücülük özelliği, çinko oksit öjenol, çinko fosfat ve güta perkaya göre daha iyi, ancak amalgam ile eşit bulunmuştur. Wideman ve ark. (1971)'na göre kavit perforasyon alanındaki lezyonun iyileşmesini engellememektedir.

1.10.6. Kompozit

Kendliğinden sertleşen hibrit kompozit Bisfil 2B perforasyon tamir materyali olarak denenmiş olup amalgam ve IRM'den daha iyi örtücülük özelliği göstermiştir. Ancak bu materyalin dezavantajı, lateral perforasyonlarda tamir materyali olarak kullanıldığında en fazla taşkınlık gösterme oranıdır (Mannocci ve ark., 1997).

1.10.7. MTA

MTA ilk olarak Mahmoud Torabinejad tarafından 1993 yılında diş hekimliğine tanıtılmıştır (Lee ve ark., 1993).

MTA üç farklı materyalin mekanik bileşimidir: Portland çimentosu (%75), Bizmut oksit (%20) ve alçı (%5). Aynı zamanda eser miktarda SiO_2 , CaO , MgO , K_2SO_4 ve NaSO_4 içerir. Ana komponent olan Portland çimentosu; dikalsiyum silikat, trikalsiyum silikat, trikalsiyum aluminat ve tetrakalsiyum aluminoferriten oluşur (Sarkar, 2005). Bu bileşim, ince hidrofilik partiküllerden oluşan bir tozdur ve bileşenlerin su ile reaksiyona girmesi sonucu, yaklaşık 3 saat içinde katılaşarak sert bir yapıya dönüşen kolloid jel halini alır. Hidratlaşma reaksiyonunun ana ürünleri, kalsiyum silikat hidrat ve kalsiyum hidroksittir (Camilleri ve ark., 2005; Camilleri ve ark., 2008).

Su ile karıştırılan MTA'nın pH değeri ilk olarak 10,2 olarak ölçülmüş; 3 saat sonunda 12,5'e çıkarak sabit kaldığı bildirilmiştir (Torabinejad ve ark., 1995). Bu değerler, kalsiyum hidroksitin pH'sı ile benzerlik göstermektedir. MTA ve kalsiyum hidroksitin pH derecelerinin benzer alkali özellikte olması her iki materyalinde sert doku oluşumunu indüklemeye özelliğini arttırmakta ve antimikrobiyal özellik kazandırmaktadır (Schwartz ve ark., 1999).

MTA, beyaz ve gri olmak üzere iki farklı formda bulunur. Bu formlar içerik bakımından benzer olmasına rağmen; Beyaz MTA 2002 yılında renkleşmeyi ortadan kaldırmak için piyasaya sürülmüştür ve içeriğinde farklı olarak tetra kalsiyum aluminaferrit daha düşük oranda bulunmaktadır (Asgary ve ark., 2005).

1993 yılında retrograd dolgu maddesi olarak tanıtıldığından beri, kök ve kemik tamiri uygulamalarında da kullanılmaya başlanmıştır (Torabinejad ve ark., 1995b; Torabinejad ve ark., 1999; Schwartz ve ark., 1999). Bu uygulamalar direkt pulpa kaplaması, kök tamiri, perforasyon tamiri ve apeksifikasyonlardır. Bu kadar çok uygulama alanı olan bir materyal, pulpayı bakteriyel ve kimyasal invazyondan

korunmalıdır, ayrıca toksisiteyi ve duyarlılığı önleyecek şekilde biyouyumlu olmalıdır. Hem in vitro hem de in vivo çalışmalar göstermiştir ki, MTA bütün gereksinimleri karşılamaktadır. MTA'nın örtücülük yeteneği; boya, sıvı, bakteri ve endotoksin infiltrasyon teknikleri kullanılarak geleneksel retrograd dolgu maddelerinden (amalgam, IRM, süper EBA) daha üstün bulunmuştur (Torabinejad ve ark., 1993; Torabinejad ve ark., 1995b; Fischer ve ark., 1998; Tang ve ark., 2002; Andelin ve ark., 2002).

MTA'nın biyouyumluluğu birçok biyolojik süreçte kanıtlanmıştır. Bunlar; minimal toksisite ve pulpal irritasyon, hafif periapikal inflamasyon, nonmutajenite, hücresel adherens ve büyüme, alkalın fosfataz ve osteokalsin düzeylerinde artış, interlökin yapımında artış (IL-6, IL-8), periodontal ligament ataçmanı oluşumu, sement artışı ve dentin köprüsü formasyonudur (Keiser ve ark., 2000; Koh ve ark., 1998; Mah ve ark., 2003; Torabinejad ve ark., 1995c; Thomson ve ark. 2003).

Holland ve ark. (2001), MTA'nın komşu dokulardan kalsiyum iyonları salınımını stimüle ederek sert doku oluşumunu desteklediğini göstermişlerdir.

Torabinejad ve ark. (1995a), MTA'nın düşük çözünürlük göstermesi ve hidrofilik olma özelliği sayesinde dokudaki nem varlığından etkilenmediğini, hatta nem varlığının kimyasal reaksiyonda aktivatör olarak rol aldığını belirtmişlerdir.

Osorio ve ark. (1998)'nin çalışmasında MTA'nın insan PDL fibroblastları üzerinde biyouyumluluk gösterdiği ve sitotoksik etki yaratmadığı gösterilmiştir.

Thomson ve ark. (2003), MTA'nın sementoblastların bağlanmasına, gelişimine ve mineralize matriks geni ve proteini üretimine izin verdiğini belirtmişlerdir. Bu sayede MTA; kemik, dentin ve sement dokularının oluşumunu uyarmaktadır, ayrıca periapikal dokularda da rejenerasyon potansiyeline sahiptir. Dolayısı ile osteoindüktif, osteokondüktif ve sementojenik özellikler taşımaktadır (Parirokh ve Torabinejad, 2010).

MTA ağız ortamında durağan bir materyal değildir, biyoaktif özellik göstermektedir. Doku sıvıları ile temasa geçtiğinde, majör katyonik bileşenlerini salar ve yüzeyinde hidroksiapatit çökmesini tetikler. MTA'ya ait apatit yüzeyi sayesinde, dentine kimyasal bağlanma gerçekleşir. MTA, Ca iyonu salınımını artırma ve HA oluşturma gibi fizikokimyasal reaksiyonları sayesinde, biyouyumlu ve dentinojenik özellikler göstermiş ve klinik olarak başarılı olmuştur (Sarkar ve ark., 2005).

Saghiri ve ark. (2010), yapmış oldukları bir çalışmada, kök dilimlerinin lümenlerindeki MTA'nın bağlanma dayanımına pH'nın etkisini değerlendirmişlerdir ve örnekler 8.4 pH'ta 3 gün muhafaza edildiği zaman bağlanma dayanımının ortalama 9.46 +/- 0.6 MPa olduğunu göstermişlerdir.

1.10.8.Biodentin

2011 yılında yeni bir biyoaktif siman ve dentin tamamlayıcı malzeme olarak piyasaya sunulan biodentin; siman tozu esas olarak, portland simanının temel bileşenleri olan trikalsiyum silikat ve kalsiyum karbonat içermektedir. Radyoopak madde olarak zirkon dioksit, sıvı kısmında ise; su, kalsiyum klorür ve polikarboksilat bulunmaktadır. Simanın sertleşmesi sırasında kalsiyum hidroksit ve az miktarda silisyum serbestleşmesi olmaktadır (Laurent ve ark., 2009; Pradelle-Plasse ve ark., 2009).

Biodentin pulpayı sert doku oluşturmaya için stimüle eder. Kullanım alanları; perforasyonlar, eksternal – internal resorbsiyonlar, apeksifikasyon, retrograd dolgu ve direk – indirek kuafaj tedavileridir (Dammaschke, 2011).

MTA ve Biodentin'in içeriğinde arsenik, krom, kurşun gibi istenmeyen iz elementler tespit edilmiştir, ancak bu elementler, simüle edilmiş vücut sıvıları ile temastan sonra da minimum miktarda salınım göstermektedir. Bu nedenle; Biodentin, MTA ve diş hekimliğinde kullanılan diğer kalsiyum silikat simanlar bu iz elementlerin salınımı bakımından klinik açıdan güvenli olarak sınıflandırılabilir (Camilleri ve ark., 2012).

Trikalsiyum silikat Biodentin, MTA ve Portland simanın esas bileşenidir. Bu tür malzemelerin mevcut biyouyumluluğu yanında biyoaktif oldukları bilinmektedir. Biyoaktivite preparatın ya da malzemenin canlı doku üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu tanımlar. Bir malzeme insan hücreleri ile karşılıklı etkileşirse ya da hücreler üzerinde olumlu bir etkisi olursa biyoaktif olarak tanımlanmaktadır (Hench ve West, 1996).

Biodentin'in yapay tükürük içinde bekletilmesinden yaklaşık 4 hafta sonra çalışma örneklerinin yüzeyinde beyaz bir materyalin çökelediği görülmüştür. Bu materyalin iğne şekilli kristallerden oluşan apatit benzeri bir yapı oluşturduğu ve az miktarda silisyum serbestlenmesi tesbit edilmiştir. Hidroksiapatit benzeri materyalin kristalizasyonunun Biodentin ve dentin arasındaki sınır yüzeyini ve kalınlığının zaman içinde arttığı düşünülmektedir. Buna karşın Biodentin'in yüzeyinde erozyon gözlenmemiştir (Koubi ve ark., 2012).

Kalsiyum silikat içerikli simanlar fosfat içerikli vücut sıvıları ile temas ettiğinde yüzeyde hidroksiapatit kristalleri oluşmaktadır. Biodentin'den bunun yanında silisyum da salınmaktadır (Laurent ve ark., 2009; Pradelle-Plasse ve ark., 2009).

1.10.9. BioAggregate

BioAggregate, 2007 yılında Kanada'da üretilen ve FDA tarafından klinik kullanımı onaylanmış seramik içerikli bir tamir materyalidir (Park ve ark., 2010) . BioAggregate, Innovative BioCeramix Inc. Laboratuvarında geliştirilen kalsiyum-silikat-fosfat bazlı, biyouyumlu seramik nano partiküllerden oluşan bir materyaldir (De-Deus ve ark., 2009). BioAggregate'in içeriği çok sayıda sentetik bileşenlerin karışımından oluşur. Bunlar kalsiyum silikat hidrat, kalsiyum hidroksit, hidroksiapatit, tantal oksit ve amorf silikon oksittir (Park ve ark., 2010).

BioAggregate'in ticari preparatı toz ve deiyonize su içeren likitten oluşmaktadır. Çalışma süresi 5 dakika olup, bu süre sonunda dehidrate olarak kurumaya başlar.

Sertleşme süresi 4-72 saattir. Üretici firma klinik kullanım alanlarını şu şekilde sıralamıştır:

- Kök perforasyon tamiri
- Kök rezorpsiyon tamiri
- Kök ucu dolgusu
- Apeksifikasyon
- Pulpa kapaklanması

Kullanım endikasyonları beyaz MTA ile aynıdır. İçeriği ve özellikleri beyaz MTA ile benzer olmakla birlikte en büyük farklılığı içeriğinde alüminyum olmamasıdır. Ayrıca radyopak özellik kazandırmak için bizmut oksit yerine tantal oksit kullanılmıştır ve biyolojik olarak aktif olan hidroksiapatit içermektedir (Leal ve ark., 2011). MTA'dan farklı olarak BioAggregate'in ana bileşenlerinden olan hidroksiapatit osteoblastlarda osteojenik gen ekspresyonunun artışına katkı sağlamaktadır (Yuan ve ark., 2010).

BioAggregate'in biyouyumluluğunun invitro olarak araştırıldığı bir çalışmada, insan mezenşim hücreleri kullanılmış ve beyaz MTA ile arasında istatistiksel bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (De-Deus ve ark., 2009). Yan ve ark. (2010), yaptıkları bir çalışmada BioAggregate'in insan PDL fibroblastları üzerindeki etkisini incelemiş ve fibroblastların proliferasyonunu sağlayan bir materyal olduğunu bildirmişlerdir (Yuan ve ark., 2010). Bir diğer hücre toksisitesi çalışmasında insan PDL fibroblastları kullanılmış ve BioAggregate'in bu tip hücrelere toksik etki göstermediği bildirilmiştir (Mukhtar-Fayyad, 2011).

BioAggregate'in insan PDL fibroblastları üzerindeki etkinliğinin gösterildiği bir çalışmada toksisite göstermediği ve osteoblastlar tarafından salgılanan ve kemik oluşumunu gösteren ALP (alkalen fosfataz) ekspresyonu ve alveolar kemik iyileşmesi sırasında artan, ekstraselüler matriksin önemli bir komponenti olan coll ekspresyon seviyesini arttırdığı gösterilmiştir. Yine BioAggregate'in toksik etkilerinin gösterildiği başka bir çalışmada insan mezenşimal hücreleri ile biyouyumlu bir materyal olduğu

gösterilmiş. Buna karşın BioAggregate'ın farklı konsantrasyonlarının değerlendirildiği bir çalışmada 1/50 ve 1/100 lük konsantrasyonlarının toksik olmadığı ancak saf, 1/2 ve 1/10 luk konsantrasyonlarının insan fibroblastlarının üzerinde çeşitli derecelerde toksisite gösterdiği belirtilmiştir (Mukhtar-Fayyad, 2011).

Hashem ve ark. (2012), yapmış oldukları çalışmada 5.4 pH'a sahip olan asetik asitin 1.3 çapında oluşturulan furkasyon perforasyonlarındaki MTA ve BioAggregate'ın bağlanma dayanımına etkisini incelemişler. Sonuç olarak; MTA'nın bağlanma dayanımı BioAggregate göre anlamlı derecede daha yüksek çıkmıştır ama MTA asidik pH'tan BioAggragate göre daha fazla etkilenmiştir.

1.11. Kök Kanallarının Enfeksiyonu

Kök kanal tedavisinin başarısı, pulpa dokusunun, vital ve nekrotik artıklarının, kök kanalı içerisinde bulunan mikroorganizmaların uzaklaştırılmasına bağlıdır (Basmadjian-Charles ve ark., 2002).

Kök kanallarının bakteriyel enfeksiyonu, kök kanal tedavisinin endikasyonlarının başında gelmektedir. Kök kanal sisteminin yeterli düzeyde dezenfekte edilememesi başarı şansını azaltmaktadır (Rhodes, 2006).

Kök kanal tedavisinde bazı bakteri türleri, kemomekanik preparasyonla, bazıları ise indirekt yolla besin alışverişi durdurularak yok edilmektedir. Çünkü kök kanal tedavisinde kanal aletleri, irrigasyon ajanları ve kanal içi medikamanlarla direkt ulaşılabilen alanlar bulunmaktadır. Kök kanal sistemi, aksesuar ve yan kanallar, isthmuslar ve deltalar gibi anatomik varyasyonlara sahip karmaşık bir yapıdır (Kobayashi ve ark., 2014). Günümüzde kök kanal sisteminin etkili temizlenmesi amacıyla çok çeşitli döner ege sistemleri ve farklı el eğeleri geliştirilse de kök kanal sisteminin karmaşık yapısı tamamen temizlenmesine izin vermemektedir (Card ve ark., 2002; Ferreira ve ark., 2004; Walton, 1976).

Enfekte dişlerde bazı bakteri türlerinin dentin tübüllerinde de görülebildiği ve tübül içerisinde 300µm derinliğe kadar ilerleyebildiği gösterilmiştir (Shovelton, 1964). Buna rağmen, Peters ve ark.(2001) yaptıkları çalışmada kök kanal aletlerinin kanal yüzeyinin %35-61'ine temas bile etmediği göstermişlerdir. Ulaşılabilen alanlarda bulunan debris, mikroorganizmalar ve yan ürünleri periradiküler enflamasyon oluşmasına ya da devamına yol açmaktadır (Wu ve ark. 2002).

Günümüzde geliştirilen döner ege sistemleri, yalnızca kanalın merkezine temas etmekte ve anatomik varyasyonlara ulaşamamaktadır (Peters, 2004). Bu nedenle kök kanal tedavisi esnasında, etkili ve kaliteli bir yıkamanın yapılması, yeterli

dezenfeksiyonun sağlanabilmesi için oldukça önemlidir (Basrani ve Haapasolo, 2012).

Yıkama işleminin etkinliği ve kalitesi; yıkama solüsyonlarının etkinliğine, solüsyonun kimyasal özelliğine, miktarına, tazeliğine, ısısına, enjektör iğnesinin tipine ve penetrasyon derinliğine, çapına, solüsyonun kök kanalı ile olan temas süresine ve yüzey gerilimine bağlıdır (Alaçam,2012; Hülsmann ve ark., 2007).

1.11.1. Smear Tabakası

Eick ve ark. (1970)'nın yaptıkları SEM çalışmasında smear tabakası ilk olarak rapor edilmiştir.

Smear tabakası, kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında, kullanılan kanal aletlerinin kanal duvarlarına teması sonucu oluşan; nekrotik veya canlı pulpa dokusu, odontoblastik uzantılar, mikroorganizmalar gibi organik komponentler ve bazı spesifik olmayan inorganik bileşikler içeren bir yapıdır (Goldman ve ark., 1981; Pashley ve ark., 1988). Goldman ve ark.(1981), smear tabakasının inorganik içeriği daha fazla olan ve yaklaşık 1µm kalınlığında oluşan bir tabaka olduğunu rapor etmişlerdir.

Bazı araştırmacılar smear tabakasının kaldırılmaması gerektiğini, kaldırıldığı durumlarda dentin geçirgenliğinin arttığı, kök kanal patlarının örtücü özelliğinin bozulduğunu ve bu sayede bakterilerin dentin tübülleri içinde çoğaldığını savunmaktadır. Smear tabakasının dentin tübüllerini tıkayarak oluşturduğu bariyer sayesinde bakterilerin ve iritanların geçişini engellediğini savunmaktadır (Drake ve ark., 1994; Galvan ve ark., 1994).

Bazı araştırmacılar ise smear tabakasının tamamen uzaklaştırılması gerektiğini savunmaktadır (George ve ark., 2005; Meryon ve Brook, 1990; Orstavik ve Hapasalo, 1990;). Bunun nedenlerini şu şekilde sıralamışlardır;

- Smear tabakası fazla miktarda su içermesinden dolayı hacmi ve kalınlığı tahmin edilemez.
- Bakteri, bakteri ürünleri ve nekrotik doku artıkları içermektedir. Bakteriler bu tabaka içinde yaşamını sürdürebilir ve çoğalarak dentin tübüllerinde derinlere penetre olabilirler.
- Bakteriler için substrat görevi görerek, bakterilerin dentin kanallarında daha derine penetre olmasına izin verir.
- Dezenfeksiyon maddelerinin penetrasyonunu sınırlayarak etkinliğini azaltabilir.
- Kök kanal dolgusu ve dentin duvarı arasında bariyer oluşturarak kök kanal patlarının penetrasyonunu engeller.
- Smear tabakasının bağlanma özelliği zayıftır, homojen olmayan bir yapısı vardır ve zamanla parçalanıp dolgu maddesi ve kanal duvarı arasında boşluk oluşturabilir. Böylece bakteriler, kök kanal dolgusu ve kök kanal duvarı arasından penetre olarak apikal bölgeye ulaşabilirler.

Bazı araştırmacılar da smear tabakasının varlığının veya yokluğunun çok önemli olmadığını belirtmişlerdir (Chailervanitikul ve ark., 1996). Smear tabakasının uzaklaştırılmasının, sızıntı üzerine etkisinin değerlendirildiği bir araştırmada, literatürdeki çalışmaların %53,8' iniin smear tabakasının kaldırılmasının fark oluşturmadığını, %41,5'inin smear tabakasının uzaklaştırılmasının sonuçları olumlu yönde etkilediğini, %4,7' sinin de smear tabakasının korunması gerektiğini rapor edilmiştir (Shahravan ve ark., 2007). Bununla beraber Orstavik ve Haapsalo (1990), smear tabakasının dezenfektanların etkinliğini geciktireceğini, ancak etkinliğini bozmayacağını bildirmişlerdir.

1.11.2. Kök Kanallarının İrrigasyonu

Yapılan çalışmalarda, kök kanal anatomisinin kompleks yapısından dolayı mekanik preparasyonun tek başına yeterli olmadığı ve bu nedenle yıkama işleminin son derece önemli olduğu bildirilmiştir (Peters ve ark., 2001).

Kök kanal solüsyonlarının kullanım nedenleri (Alaçam, 2012; Basrani ve Haapasalo, 2012; Haapasalo ve ark., 2010);

- Mekanik şekillendirme ile temizlenemeyen enfekte dokuların, fiziksel ve kimyasal olarak uzaklaştırılması,
- Debris, pulpa dokusu ve mikroorganizmaların dentine tutunmasını zayıflatarak, daha kolay uzaklaşmasını sağlamak,
- Preparasyon sırasında kanal içinde lubrikasyon sağlanması, kök kanal aletlerinin kesme etkinliklerinin artırılması, aletlerin daha az dirençle karşılaşması sonucu daha rahat bir çalışma sağlamak,
- Kök kanalında bulunan mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etki göstermek,
- Kök kanal sistemindeki organik artıkların uzaklaştırılması sonucu, kalan mikroorganizmaların beslenmesinin önüne geçerek sayı ve tiplerinin azalmasını sağlamak,
- Mekanik şekillendirme sonucu oluşan dentin talaşları ve debrisin uzaklaştırılmasını sağlayarak, apikal bölümde birikme ve tıkanmanın önlenmesi,
- Smear tabakasını kaldırabilen ajanlar sayesinde, dezenfektanların ve antiseptiklerin dentin kanalcıklarına yayılmasını sağlamak,
- İrrigasyon solüsyonlarının ağartma etkinliği sayesinde kanal tedavisinden sonra dişlerin doğal renklerini yitirmesinin engellenmesidir.

İdeal bir yıkama solüsyonunda bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir (Alaçam, 2012; Basrani ve Haapasalo, 2012);

- Yumuşak doku, sert doku artıklarını ve debrisi eritebilmeli ve temizlenmelerini kolaylaştırmalıdır.
- Smear tabakasını kaldırabilmelidir.

- Düşük yüzey gerilimi göstermelidir, bu sayede dar alanlara penetrasyonu artırmaktadır.
- Lubrikant özellik göstererek kanal aletlerinin kanalda kayarak kolay hareket etmesini sağlamalıdır.
- Biyofilm içindeki anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara karşı güçlü antimikrobiyal etkinlik göstermeli, kullanım sonrasında da antimikrobiyal etkinliği devam etmelidir.
- Vital dokularla temasında nontoksik etki göstermeli, periradiküler dokulara irritan olmamalıdır.
- Endotoksinleri inaktif hale getirebilmelidir.
- Daimi restorsayonların diş bağlanmalarını olumsuz etkilememelidir.
- Kök kanal dolgu maddesine olumsuz etki göstermemelidir.
- Dişin rengini değiştirmemelidir.
- Kanalda kolayca nötralize olarak etkinliğini kaybetmemelidir.
- Maliyeti düşük, raf ömrü uzun ve saklanması kolay olmalıdır.
- Kullanıcıya zarar vermemeli, tadı ve kokusu kabul edilebilir olmalıdır.

Sıklıkla kullanılan irrigasyon solüsyonları şu şekilde sıralanabilir (Alaçam, 2012; Rhodes, 2006);

- Sodyum hipoklorit,
- Etilendiamintetraasetik asit (EDTA)
- İyodin solüsyonları,
- Klorheksidin glukonat,
- Sitrik asit,
- MTAD,
- Elektrokimyasal aktive edilmiş su,
- Işıkla aktive olan dezenfeksiyon,
- Maleik asit.

1.11.2.1. Sodyum Hipoklorit

Sodyum hipoklorit tıp alanında uzun bir geçmişe sahiptir. Birinci dünya savaşı zamanında, % 1' lik sodyum bikarbonatla dilüe edilen %1' lik NaOCl yara dezenfektanı olarak kullanılmıştır (Dakin, 1915). İlk defa endodontide sodyum hipokloritin kullanımını Walker (1936) önermiştir.

Austin ve ark. (1918) sodyum hipokloritin, vital dokulara kıyasla nekrotik dokuları çözme özelliğinin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. McDonnell ve ark. (1999) geniş spektrumlu antimikrobiyal etkisinin yanında, sporosidal, virüsidal etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

1996' da Whitten ve arkadaşlarının ABD' de yaptıkları bir çalışmada sodyum hipokloritin kök kanal tedavisinde en çok tercih edilen irrigasyon solüsyonu olduğu belirlenmiştir. Bu solüsyonun başlıca tercih nedenleri; iyi bir organik çözücü etkinlik göstermesi, antiseptik olması, düşük yüzey gerilimine sahip olması ve dentin duvarlarına kolay difüze olabilmesi, ucuz olması ve kolay bulunabilir olması sayılabilir (Alaçam, 2012).

Sodyum hipokloritin etki mekanizması (Pecora ve ark., 1999) ;



NaOCl organik doku ve yağ çözücü olarak etki etmektedir. Yağ asitlerini yağ asit tuzlarına (sabun) ve gliserole (alkol) indirger, böylece solüsyonun yüzey gerilimini düşürür. NaOCl amino asitleri nötralize eder, su ve tuz oluşur, hidroksil iyonlarının azalması sonucu da pH düşer (Esterla ve ark., 2002).

Solüsyonun içeriğinde bulunan hipokloröz asit, organik doku ile temasa geçtiğinde klorin salınımı yapar. Klorin proteinlerin amino grupları ile birleşerek kloraminleri oluşturur. Vücut ısısındaki iki aktif form olan; Hipoklorit (OCl^-) ve Hipokloröz asit (HOCl) ‘aktif klorin’ olarak da ifade edilebilir. Aktif klorinin durumu solüsyonun pH’sına bağlı olarak değişmektedir. pH 7.6’ nın üzerinde ise hipoklorit formu baskın, altında ise hipokloröz asit daha baskındır (Alaçam, 2012; Esterla ve ark., 2002). Endodontide kullanılan saf hipokloritlerin pH’sı 12’dir, bu nedenle tüm klorin, anyon hipoklorit formundadır (Bloomfield ve ark., 1979).

Farklı pH’ya sahip NaOCl solüsyonlarının antimikrobiyal ve doku çözme kapasitelerini incelemişler ve asidik solüsyonun mikroorganizma sayısında önemli bir düşüşe sahip olduğunu belirtirken, alkali solüsyonun biyofilm hacmini anlamlı derecede azalttığı ancak mikroorganizma miktarını anlamlı bir farkla azaltmadığını göstermişlerdir (Del Carpio-Perochena ve ark., 2015).

1920’lerin başından itibaren endodontik yıkama solüsyonu olarak kullanılan NaOCl’in %0,5-6 arası değişen konsantrasyonları tercih edilmektedir. Günümüzde NaOCl’nin hangi konsantrasyonda daha etkin antimikrobiyal aktivite gösterdiğine dair ortak bir görüş bulunmamakla birlikte solüsyonun konsantrasyonu ile toksisitesin doğru orantılı olduğu bildirilmiştir (Basrani ve Haapasalo, 2012). Solüsyonun toksik etkilerini en aza indirme çabası ile araştırmacılar etkili olduğu bilinen %2.6-5.25 arasındaki konsantrasyonlar yerine çok daha düşük konsantrasyonlarının kullanılmasını önermişlerdir. Ancak düşük konsantrasyonlarda sitotoksik ve irrite edici özellikleri yanında, doku çözücü ve antibakteriyel etkilerinin de belirgin biçimde azaldığı belirtilmiştir (Türkün ve ark., 1998).

Paragliola ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada sıcaklığın 25°C artışı sonucu NaOCl solüsyonunun etkinliğinin 100 kat arttığını belirtmişlerdir. Sirtes ve arkadaşları (2005), sıcaklığın sodyum hipokloritin doku çözücü özelliği ve antimikrobiyal özelliği üzerine yaptıkları çalışmada, 45 santigrad derecede %1 ve 20 santigrad derecede %5.25’lik sodyum hipoklorit solüsyonlarının doku çözme kapasitelerinin eşit olduğunu göstermişlerdir.

NaOCl' nin etkinliğini artırmak için kullanılacak bir diğer yöntem sonik ve ultrasonik aktivasyondur. Ultrasonik ajitasyon ile % 5'lik NaOCl' in apikal üçlüdeki etkinliğinin arttığı gösterilmiştir (Paragliola ve ark., 2010).

Sodyum hipoklorit solüsyonlarının yarı ömürleri 500 gün olarak belirtilmekle birlikte, bu solüsyonların kimyasal stabiliteleri; ısı, ışık, konsantrasyonu pH, metal iyonları, organik materyal ve karbondioksitten etkilenmektedir. Bu nedenle hazırlama ve saklama sırasında ideal koşullar sağlanmalıdır. Görünür ışık, solüsyonun aktif klor içeriğinde kayba neden olur. Bu nedenle solüsyonlar opak cam, beyaz plastik, yüksek yoğunluklu polietilen, fiberglas içinde saklanmalıdır. Solüsyonun stabilitesi açısından sulandırmada distile su kullanılmalıdır (Briseno ve ark., 1992).

NaOCl irrigasyonu, dentin ve rezin arasında zayıf bağlantıya neden olmaktadır, rezin polimerizasyonunu etkilediği için bu durumu tersine çevirecek ajanların kullanılması tavsiye edilir (Arı ve ark., 2003; Morris ve ark., 2001). Bağlanma dayanımındaki bu durumu tersine çevirmek için askorbik asit ve sodyum askorbat gibi ajanlar kullanılabilir (Lai ve ark., 2001).

1.11.2.2. Etilendiamintetraasetik Asit (EDTA)

EDTA solüsyonu ilk kez Nygaard-Ostby tarafından dentini yumuşatıp kök kanal tedavisini kolaylaştırmak amacıyla önerilmiştir. Günümüzde kemomekanik işlemleri etkili kılmak, smear tabakasını uzaklaştırmak ve dentin duvarlarının dezenfeksiyonunu artırmak amacıyla kullanılmaktadır. EDTA dentin yapısındaki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek çözünebilen kalsiyum şelatları oluşturur. EDTA'nın demineralize etkisi özellikle dar kanallarda kısıtlıdır. Bu durum dar kanallara yeterli miktarda solüsyonun ulaşamamasına ve madde değişiminin zor olmasına bağlanmaktadır (Alaçam, 2012).

Birçok çalışmada, %17 EDTA solüsyonu ile yapılan irrigasyonun kök kanal duvarlarını etkili bir şekilde temizlediği ve smear tabakasını uzaklaştırdığı gösterilmiştir. EDTA'nın dentini, özellikle kanalın koronal ve orta 1/3 bölümünde peritübüler dentini yumuşattığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. (Perez ve ark., 2005). 5 ml, % 17 EDTA son yıkama solüsyonu olarak 3 dk boyunca devamlı uygulandığında etkili bir şekilde smear tabakasını kaldırdığı bildirilmiştir (Mello ve ark., 2010). Saito ve ark(2008) yaptıkları çalışmaya göre 1 dk' lık EDTA uygulaması 15 sn ve 30 sn' lik uygulamalara göre çok daha iyi sonuç vermektedir.

EDTA solüsyonu etki gösterirken, hidrojen iyonu salar ve ortamda pH düşer. Asidik ortamda şelasyon azalır. Bu durumun önüne geçmek için alkale EDTA solüsyonları hazırlanmıştır. Sudha ve ark. (2006) EDTA'nın smear tabaka kaldırma etkinliği ve dentin üzerindeki dekalsifikasyon etkisi arasında optimum sonuç için, pH'ı 9 olan %10'luk EDTA'nın 1 dk uygulanmasını önermişlerdir.

%5 NaOCl'nin tek başına veya %17 EDTA ile arka arkaya kullanılması (30 dakikalık turlarla) diş yüzey gerilimini anlamlı derecede artırmaktadır. Bu arka arkaya kullanım, diş yüzey geriliminde NaOCl'nin tek başına kullanımına göre anlamlı derecede daha fazla değişikliğe neden olmaktadır. %3 NaOCl ve %17 EDTA tek başına veya kombine kullanıldığında diş yüzey gerilimini anlamlı derecede değiştirmemektedir (Rajasingham ve ark., 2010).

Kök kanalının apikal bölümünde smear tabakasının ve debrisin kaldırılması için ultrasonik aktivasyon ile kombine ederek 1 dk, %17 EDTA uygulaması yeterlidir (Kuah ve ark., 2009). EDTA, smear tabakasının uzaklaştırılmasında ve dentin tübüllerini açmada NaOCl'den daha başarılı bulunmuştur (Gu XH ve Mao CY, 2009).

1.11.2.3. MTAD (Mixture of Tetracycline and Disinfectant)

Torabinejad ve ark. tarafından smear tabakasının dentin erozyonu olmadan kaldırılabilmesi ve antimikrobik etki sağlanması amacıyla geliştirilmiş bir irrigasyon solüsyonudur (Alaçam, 2012). MTAD, %3 doksisisiklin, %4,25 sitrik asit ve yüzey aktif ajanı olarak %0,05 polisorbat (Tween 80) karışımından oluşur (Torabinejad ve ark., 2003).

MTAD'nin antibakteriyel etkinliği *E.faecalis* biyofilmi üzerinde %1 ve %6'lık NaOCl'e göre daha az etkin bulunmuştur (Haapasalo ve ark., 2007). %5,25' lik NaOCl ardından %15' lik EDTA ile irrigate edilen kanallarda *E.Faecalis* üremesi olmadığını, ancak %13' lük NaOCl ardından MTAD ile irrigate edilen kanalların %50' sinde *E.Faecalis* ürettiği bildirilmiştir (Baumgartner ve ark., 2007).

MTAD'nin smear tabakasını kaldırmada EDTA ve NaOCl ile karşılaştırıldığı çeşitli çalışmalarda özellikle apikal üçlüde daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Mozayeni ve ark., 2009). MTAD içeriğindeki sitrik asit sayesinde smear tabakasını etkin bir şekilde kaldırmaktadır. Böylece doksisisiklin dentin kanallarına penetre olarak antibakteriyel etkinlik gösterebilmektedir (Torabinejad ve ark., 2003). Final irrigasyon olarak MTAD ve EDTA kullanılan bir çalışmada; MTAD, AH Plus'ın bağlanma dayanımında anlamlı derecede düşüşe neden olmuştur (Hashem ve ark., 2009). MTAD ile yapılan son yıkama rezin bazlı ve kalsiyum hidroksit esaslı patların bağlanma dayanımını çökelti oluşumu nedeniyle azaltmaktadır (Gopikrishna ve ark., 2011).

Bağlantının test edilmesinde kullanılan yöntemler

Bağlanma dayanımı, adeziv materyel ve dentin arasındaki bağlantıyı koparmak için birim alanadüşen kuvvet olarak tanımlanır ve megapaskal (MPa) olarak hesaplanır. Bağlanma dayanımının ölçümü amacı ile uygulanan testler 'bağlanma dayanımı testleri' olarak isimlendirilmektedir. Bu testler, kullanılan materyallerin ve

tekniklerin başarılarının yorumlanmasına ve fiziksel özelliklerinin geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir (Bostanlı, 2008).

Bağlanma dayanımının test edilmesinde 3 yöntem kullanılmaktadır. İlk yöntem makaslama (shear bond strength) testidir. Bu test en kolay uygulanıp, standardize edilebilen yöntemdir. Bu yöntemde kuvveti uygulayan yükleme cihazı, substrat ve adezivin bağlandığı ara yüz ile paralel olacak şekilde kuvvet uygulanır (Dickens ve Milos, 2002). Materyale kuvvet uygulandığında, materyal içerisinde ters yönde, stres olarak ifade edilen bir direnç gelişir. Oluşan stresin miktarı; kuvvet biriminin, kuvvet uygulanan alana oranı ile hesaplanır ve birimi MPa cinsinden ifade edilir (Powers ve Tate, 2005). Diğer bir test yöntemi gerilim (tensile bond strength) testidir. Bu yöntemde dentin yada güta perkadan oluşturulan dentin diskleri üzerine uygulanan materyalin bir kanca yardımıyla çekilmesi ile bağlanma dayanımı ölçülür. Çekme testlerinin teorik olarak daha üniform stres dağılımı sağlaması beklenirken, kuvvet dağılımının üniform olmadığı gösterilmiştir. Uygulanan kuvvetin doğrultusu ve konumundaki en ufak sapma sonucu etkileyebilmektedir (Van Noort ve ark., 1989). Bağlanma dayanımının ölçülmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise itme (push-out) yöntemidir. Bu yöntemde kırılma, dentin-bağlanma yüzeyine paralel, dentin kanallarına dik olarak gelmektedir ve bu klinik durumu daha iyi yansıtmaktadır (Goracci ve ark., 2004). Bu yöntem kökün uzun aksına dik olarak kesilmiş ince kesitlerin ortasındaki kanal dolgu materyaline uygulanır (De-Deus ve ark., 2009).

Klinik olarak furkal perforasyonlar; bakteriyel kontaminasyonu ve periodontal dokularda oluşacak irritasyonu minimal seviyede tutmak için bir an önce tedavi edilmelidir (Loxley EC. ve ark., 2003). Endodontik tedavide furkal perforasyonun tamirinin ardından, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu çeşitli kök kanal irriganları kullanılabilir. Ancak bu prosedür uygulandığında irrigasyon materyallerinin, tamir materyali ile teması kaçınılmazdır (Yan P. ve ark., 2006). Kök kanal irrigasyon solüsyonlarının, perforasyon tamir materyallerinin bağlanma dayanımına etkisi hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır.

Bu çalışmada amaç; çeşitli irrigasyon solüsyonlarının MTA, Biodentin ve BioAggregate materyallerinin bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmektir.



2. GEREÇ VE YÖNTEM

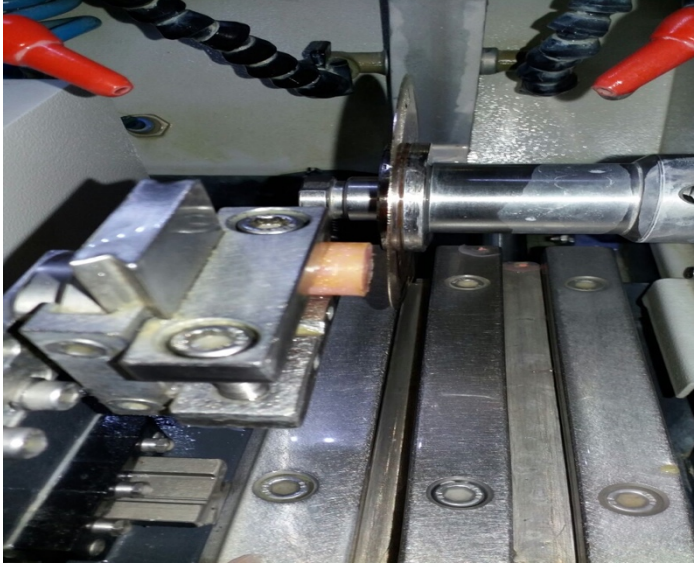
2.1. Örneklerin Seçilmesi

Çalışmamızda periodontal, protetik ve ortodontik nedenlerle yeni çekilmiş ve üzerinde herhangi bir restoratif işlem olmayan, çürüksüz 135 adet alt büyük azı insan dişi kullanıldı. Kalsifikasyon veya pulpa taşı varlığını belirlemek için tüm dişlerden radyografiler alındı. Çalışmaya uygun bulunmayan dişler dahil edilmedi.

Dişlerin üzerindeki eklentiler, periodontal küret yardımı ile uzaklaştırıldıktan sonra deney aşamasına kadar oda sıcaklığında, %0,1 timol kristali içeren distile su içerisinde bekletildi.

2.2. Örneklerin Hazırlanması

Dişlerin mine-sement sınırının 2mm üstünden kronları uzaklaştırıldı. Ardından furkasyonun 2mm altında olacak şekilde kökler uzaklaştırıldı. Bu uzaklaştırma, IsoMet kesit cihazı (Metkon, Mikrocut precisioncutter, Bursa,Türkiye) kullanılarak elmas diskler ile düşük hızda ve su soğutması altında yapıldı.



Şekil 2.1.Dişlerin kronlarının su soğutması altında elmas disklerle uzaklaştırması

Daha sonra uzun rond frez ile dişlere giriş kaviteleri açıldı, pulpa odasında bulunan pulpa dokusu ve artıkları ekskavatör yardımı ile uzaklaştırıldı ve %5.25'lik NaOCl ile yıkandı. Dişlerdeki furkasyon dentin kalınlığını standart hale getirmek için dijital kumpas ile ölçüm yapılarak, dentin kalınlığı 2.0-2.5mm olan dişler seçildi. Her bir parçanın furkasyon bölgesinde 1.4 mm çapındaki elmas rond frez ile perforasyon oluşturuldu.



Şekil 2.2. 1.4 çapında furkasyon perforasyonu

Daha sonra perforasyon alanını temizlemek için salinle perforasyon alanı yıkandı. Örnekler klinik ortamı taklit edebilmek için plastik silindirler içindeki saline batırılmış süngerlere yerleştirildi. Dişlerde oluşturulan perforasyonların içerisine internal matriks oluşturmak ve kapatılacak perforasyon materyalinin taşmaması için ilk önce CollaTape (Zimmer/dental, Carlsbad. Kaliforniya, ABD) yerleştirildi. Bu sayede materyallerin kondenzasyonu sırasında uygulanan kuvvet standardizasyonu da sağlanmış oldu. Örnekler rastgele 3 gruba ayrıldı (n=45) ve test materyalleri uygulandı.



Şekil 2.3. ProRoot MTA, Biodentine, Bioaggregate

Grup 1: MTA (n=45)

Grup 2: Biodentin (n=45)

Grup 3: Bioaggregate (n=45)

Kullandığımız perforasyon materyallerinin içeriğini bir tabloda özetleyecek olursak;

Çizelge 2.1. Pro Root MTA, Biodentine, BioAggregate materyallerin içerikleri

	Biodentine	Pro-Root MTA	Bioaggregate
Üretici firma	Septodont	Dentsply	Diadent
Siman içeriği	Trikalsiyum silikat Dikalsiyum silikat Zirkonyum oksit Kalsiyum karbonat ve kalsiyum oksit Demir oksit	Trikalsiyum silikat Dikalsiyum silikat Bizmut oksit Kalsiyum sülfat dihidrat Trikalsiyum aluminat	Trikalsiyum silikat Dikalsiyum silikat Tantalum pentoksit Kalsiyum fosfat Amorf silikon oksit
Likit içeriği	Suda çözünebilen polimer	Su	Deiyonize su

	Kalsiyum klorit		
--	-----------------	--	--

Üretici firmanın talimatları doğrultusunda MTA (Densply Maillefer, Ballaguies, İsviçre), Biodentin (Septodont, Niederkassel, Almanya) ve BioAggregate (Innovative BioCeramix, Vancouver, Kanada) hazırlandı. Test materyalleri, dentin parçalarının kanal boşluklarına ince bir plugger yardımı ile yerleştirildi ve kondanase edildi. Örneklerdeki materyallerin fazlalık kısımları ince bir sond ile uzaklaştırıldı.



Şekil 2.4. Perforasyon alanlarının MTA, Biodentin, Bioaggregate ile kapatılması

Ardından, örneklerin üzeri nemlendirilmiş gazlı bez ile örtülerek etüve yerleştirildi ve %100 nemli ortamda, 37°C de, 7 gün bekletildi.



Şekil 2.5. Örneklerin yerleştirildiği etüv cihazı

Bekleme süresinin hemen ardından irrigasyon solüsyonlarında bekletilmek üzere her grup kendi içinde tekrar 3 alt gruba ayrıldı.(n=15)



Şekil 2.6. %5,25'lik NaOCl, BioPure MTAD, %17'lik EDTA solüsyonları

Örnekler, belirlenen solüsyonlarda üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygun sürede irrigasyon işlemi uygulandı.

Grup A: Saf su(20 dk) (n=15)

Grup B: %5, 25 NaOCl(20 dk) + %17 EDTA(1 dk) (n=15)

Grup C: %1,4 NaOCl(20 dk)+ MTAD(90 sn) (n=15)

İrrigasyon solüsyonlarında beklemenin ardından bütün örnekler test solüsyonlarının içinden uzaklaştırılarak distile su ile yıkandı ve %100 nemli ortamda, 37 °C de, 48 saat bekletildi.

Push-Out Testi

Dişler plastik kalıplardan uzaklaştırıldı ve Colla Tape çıkarıldı ardından, push-out bağlanma dayanımı testine yerleştirildi. Yükleme universal test cihazında (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) gerçekleştirildi.

1,4 mm çapındaki perforasyon alanları için 1mm çapında itici uç kullanıldı. Sadece test materyali ile temasını sağlamak için itici uç, dentin duvarlarından yaklaşık 0,2 mm uzaklıkta olacak şekilde konumlandırıldı. Hazırlanan düzenek ile, dentin duvarı ve perforasyon tamir materyali arasında kopma gerçekleşene kadar 1mm/dk sabit hız ile korono-apikal yönde kuvvet uygulandı. Materyale yerinden çıkarmak için uygulanan maksimum güç Nexygen veri analiz programı (Lloyd LRX) kullanılarak Newton (N) cinsinden kaydedildi ve aşağıdaki formüle göre megapaskala (MPa) çevrilerek bağlanma dayanımı hesaplandı:

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

Her kesit için bağlanma alanı şu formül kullanılarak hesaplandı: Kök kanal dolgusunun bağlanma alanı= $2 \pi r \times h$ (Bu formülde r, kök kanal yarıçapını ve h, kesitlerin mm cinsinden kalınlığını temsil etmektedir. π değeri 3,14 olarak kullanılmıştır).

İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS (SPSS 20.0 for Windows, SPSS inc., Chicago, Illinois, ABD) paket programı ile analiz edilmiştir.

Değişkenlerin normal dağılımdan gelme durumları araştırılırken birim sayıları nedeniyle Shapiro Wilk's'den yararlanıldı. Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmış olup; $p < 0,05$ olması durumunda değişkenlerin normal dağılımdan gelmediği, $p > 0,05$ olması durumunda ise değişkenlerin normal dağılımdan geldikleri belirtilmiştir.

Gruplar arasındaki farklılıklar incelenirken değişkenlerin normal dağılımdan gelmeleri nedeniyle tek yönlü varyans analizinden yararlanılmıştır.

Tek yönlü varyans analizinde anlamlı farklılıklar görülmesi durumunda grupların varyanslarının homojen olduğu durumlarda Tukey HSD ve varyansların homojen olmadığı durumlarda ise Tamhane's Analizlerinden yararlanılmıştır.

Gruplar arasındaki farklılıklar incelenirken değişkenlerin normal dağılımdan gelmemesi durumunda Kruskal Wallis-H Testinden yararlanılmıştır.

Kruskal Wallis-H Testinde anlamlı farklılıkların görülmesi durumunda Post-Hoc Çoklu Karşılaştırma Testi ile aralarında farklılık olan gruplar belirlenmiştir.

Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmış olup; $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı bir farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

3. BULGULAR

Yapılan bu çalışmada 2 parametre kullanılmıştır.

- 1- Kullanılan perforasyon materyallerin (Biodentin, MTA, Bioagragete) dentine bağlanması
- 2- Kullanılan perforasyon materyallerin (Biodentin, MTA, Bioagragete) dentine farklı son irrigasyon (MTAD, EDTA) sonrasındaki dentine bağlanması değerlendirilmiştir.

Bağlanma Kuvveti Değerleri Bakımından Gruplar Arasındaki Farklılığa İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Bağlanma kuvveti değerleri bakımından Biodentin, MTA, Bioaggregate arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

Çizelge 3.1. Bağlanma kuvveti değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılığa ilişkin Kruskal Wallis H Testi sonuçları

		Bağlanma kuvveti					Kruskal Wallis H Testi			
		n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort.	H	p
Grup	MTA	45	10,95	10,54	5,54	15,21	2,67	71,42	2,96	0,228
	BİODENTİN	45	11,21	11,12	5,14	17,24	3,29	72,73		
	BİOAGGREGATE	45	10,25	9,54	4,51	17,54	3,28	59,84		
	Toplam	135	10,81	10,25	4,51	17,54	3,10			

Son irrigasyon sonrasında bağlanma kuvveti değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılığa ilişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir. Bağlanma kuvveti değerleri bakımından alt gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Saf su ve MTAD alt gruplarının bağlanma kuvveti değerleri, EDTA alt grubuna göre anlamlı derecede düşüktür.



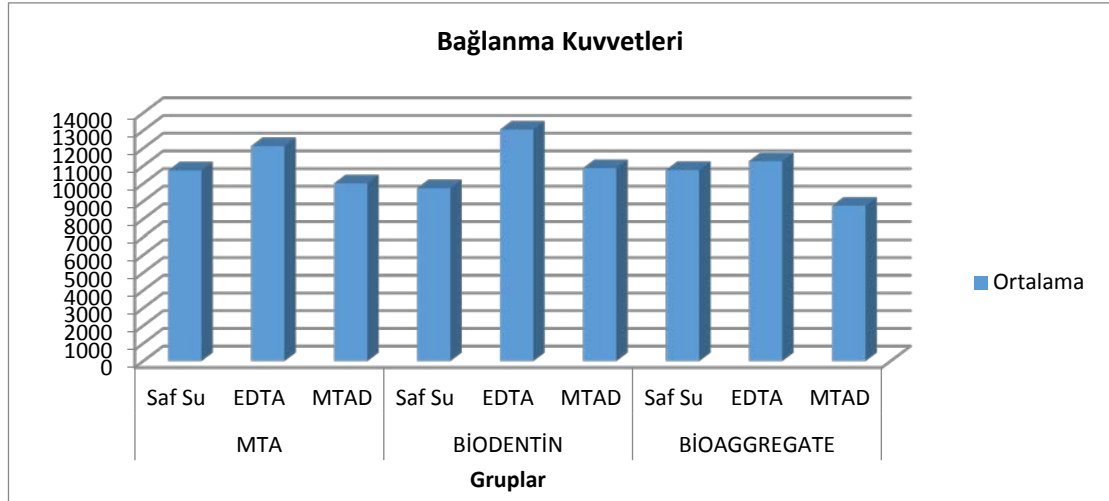
Çizelge 3.2. Bağlanma kuvveti değerleri bakımından alt gruplar arasındaki farklılığa ilişkin Kruskal Wallis H Testi sonuçları

		Bağlanma kuvveti					Kruskal Wallis H Testi			
		n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort.	H	p
Alt Grup	Saf Su	45	10,41	9,56	5,21	17,54	3,13	62,27	12,296	0,002
	EDTA	45	12,14	11,56	7,56	17,24	2,87	84,44		
	MTAD	45	9,87	9,54	4,51	16,87	2,88	57,29		
	Toplam	135	10,81	10,25	4,51	17,54	3,10	3-2 1-2		

Gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından; MTA, Biodentin ve Bioaggregate'in son irrigasyon sonrasındaki dentine bağlanması arasındaki farklılığa ilişkin One Way ANOVA (Tek yönlü varyans analizi) testi sonuçları çizelge 3.3'de verilmiş olup şekil 3.1'de gösterilmiştir. MTA ve Bioaggregate gruplarının son irrigasyonlardan sonra dentine bağlanma kuvveti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0.05$). Ancak Biodentin grubunda bağlanma kuvveti değerleri bakımından alt gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Biodentin grubunda saf su alt grubunun bağlanma kuvveti değerleri EDTA alt grubuna göre anlamlı derecede düşüktür.

Çizelge 3.3. Gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından alt gruplar arasındaki farklılığa ilişkin One Way ANOVA testi sonuçları

		Bağlanma kuvveti						One Way ANOVA	
		n	Mean	Median	Min	Max	ss	F	p
MTA	Saf Su	15	10,74	9,76	5,95	14,76	2,65	2,589	0,087
	EDTA	15	12,12	12,56	8,25	15,21	2,40		
	MTAD	15	10,01	10,20	5,54	15,21	2,67		
	Toplam	45	10,95	10,54	5,54	15,21	2,67		
BİODENTİN	Saf Su	15	9,73	9,52	5,21	15,52	3,14	4,542	0,016
	EDTA	15	13,04	13,24	8,25	17,24	3,08		
	MTAD	15	10,87	10,54	5,14	16,87	2,94		
	Toplam	45	11,21	11,12	5,14	17,24	3,29	1-2	
BİOAGGREGATE	Saf Su	15	10,76	9,88	6,20	17,54	3,63	2,661	0,082
	EDTA	15	11,26	11,21	7,56	16,54	2,99		
	MTAD	15	8,74	8,56	4,51	13,54	2,80		
	Toplam	45	10,25	9,54	4,51	17,54	3,28		

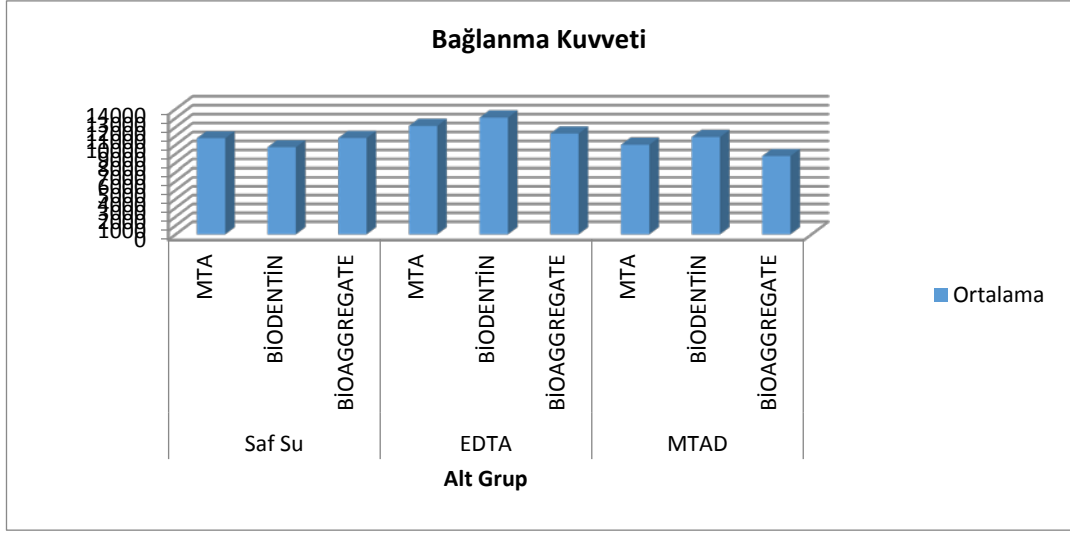


Şekil 3.1. Gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından alt gruplar arası farklılık

Gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından saf su, MTAD ve EDTA'nın perforasyon maddelerine etkisi sonrasındaki dentine bağlanma etkisine ait One Way ANOVA Testi Sonuçları Çizelge 3.4'de verilmiştir. Ayrıca alt gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından ana grupların Dağılımı Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Grupların bağlanma kuvveti değerleri bakımından ana gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Çizelge 3.4. Alt gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından ana gruplar arasındaki farklılığa ilişkin One Way ANOVA Testi sonuçları

		Bağlanma kuvveti						One Way ANOVA	
		n	Mean	Median	Min	Max	ss	F	p
Saf Su	MTA	15	10,74	9,76	5,95	14,76	2,65	0,514	0,602
	BİODENTİN	15	9,73	9,52	5,21	15,52	3,14		
	BİOAGGREGATE	15	10,76	9,88	6,20	17,54	3,63		
	Toplam	45	10,41	9,56	5,21	17,54	3,13		
EDTA	MTA	15	12,12	12,56	8,25	15,21	2,40	1,484	0,238
	BİODENTİN	15	13,04	13,24	8,25	17,24	3,08		
	BİOAGGREGATE	15	11,26	11,21	7,56	16,54	2,99		
	Toplam	45	12,14	11,56	7,56	17,24	2,87		
MTAD	MTA	15	10,01	10,20	5,54	15,21	2,67	2,175	0,126
	BİODENTİN	15	10,87	10,54	5,14	16,87	2,94		
	BİOAGGREGATE	15	8,74	8,56	4,51	13,54	2,80		
	Toplam	45	9,87	9,54	4,51	16,87	2,88		



Şekil 3.2. Alt gruplarda bağlanma kuvveti değerleri bakımından ana grupların dağılım grafiği

4. TARTIŞMA

Perforasyonlar, pulpa boşluğu ve periodonsiyum arasında devamlı bir ilişkiye neden olan yapay açıklıklardır. Nedeni; çürük, iyatrojenik faktörler, rezorptif defektler olabilir. Perforasyon varlığı teşhis edildikten hemen sonra tedavi edilmelidir, herhangi bir gecikme bakterilerin girişine izin vererek, dişin prognozunu olumsuz yönde etkilemektedir (Hamad ve ark., 2006; Aggarwal ve ark., 2013).

Furkasyon bölgesinde oluşan perforasyonların prognozu, bu bölgenin epitelyal ataçman ve gingival sulkusa olan yakınlığından dolayı oldukça zordur (Tsisis ve Fuss, 2006). Perforasyon tamirinde kullanılan materyaller, periodontal dokular ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısı ile bu tedavinin amacı hasar gören ataçmanın devamlılığını sağlamak veya yeniden oluşturmaktır. Bu amacı yerine getirebilmek için tamir materyalinin biyolojik uyumu iyi olmalı, iyi bir tıkama sağlamalı, osteogenezis ve sementogenezisi stimüle etmelidir (Tai ve Chang, 2000; Hashem, 2012). İdeal perforasyon tamir materyali, oral çevre ve periradiküler dokular içinde akışkanlık göstermemelidir. Ayrıca, yerinden oynatabilecek kuvvetler altında; örneğin okluzal kuvvetler altında ve restoratif materyallerin kondenzasyonu sırasında boşlukta sabit kalabilmelidir (Shokouhinejad ve ark., 2010; Hashem ve ark., 2012) . Amalgam, kavite, kompozit rezin, CIS, kalsiyum hidroksit, Süper EBA, IRM ve MTA gibi birçok dental materyalin denenmiş olmasına rağmen, bu materyallerin çoğu; çözünürlük, sızıntı, biyouyumluluk, manipülasyon güçlüğü, nemli ortamda uyumsuzluk gibi önemli eksiklikler göstermiştir (Lee ve ark., 1993; Torabinejad ve ark., 2010).

Diğer klinik materyallerle karşılaştırıldığında, MTA daha fazla olumlu özelliklere sahip olmasına rağmen; çalışma süresi, maliyeti, kullanım zorluğu, renklenme potansiyeli gibi dezavantajları bulunmaktadır (Chng ve ark., 2005; Hardy ve ark., 2004). Son günlerde geliştirilen kalsiyum silikat içerikli materyaller, MTA'nın dezavantajlarını gidermeyi amaçlamaktadır (Asgary ve ark., 2008; Han ve Okiji, 2011). Biodentin yüksek oranda kalsiyum silikat bazlı, trikalsiyum silikat, kalsiyum

karbonat ve zirkonyum oksitten oluşur. Kalsiyum klorit içeren su bazlı sıvısı, aynı zamanda sertleşme zamanını hızlandıran su indirgeyici ajandır. Biodentin, kompozit rezin restorasyonların altında dentinin yerine ve endodontik tamir materyali olarak önerilmektedir. Yüksek biyoaktivite, biyomineralizasyon, iyi kapatıcı özelliği, yüksek baskı kuvvetlerine dayanıklılık, kısa çalışma süresi ve kolay uygulanabilirlik avantajlarına sahiptir (Koubi ve ark., 2012; Laurent ve ark., 2012).

Kalsiyum silikat içerikli kanal tamir materyali olan Bioaggregate'in yapılan çalışmalarda MTA ile benzer antibakteriyel etkiye sahip olduğu ve biyouyumluluklarının da benzer olduğu gösterilmiştir (Yan ve ark., 2010). Perforasyon tamiri ve retrograd dolgu materyali olarak tasarlanmış yeni geliştirilen biyoseramik içerikli Bioaggregate de klinik kullanıma katılmasıyla, MTA ile karşılaştırılmaya başlanmıştır (Zhang ve ark., 2009).

Literatürde, klinikte yaygın olarak kullanılan NaOCl, EDTA, MTAD, ve Distile su gibi irrigasyon solüsyonlarının, MTA, Biodentin ve Bioaggregate gibi güncel materyallerin, bağlanma dayanımını nasıl etkilediğine dair yeterli sayıda araştırma bulunmamaktadır. Biz de yapmış olduğumuz bu çalışmada farklı irrigasyon solüsyonlarının; MTA, Biodentin ve Bioaggregate gibi maddelerinin bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemeyi amaçladık.

İn vitro deneylerin amacı; ağız içi ortamı taklit ederek araştırılan materyallerin değişen koşullardaki olası davranışlarını saptayabilmektir. Laboratuvar testleri, tek bir değişkeni değerlendirirken, diğer değişkenleri sabit tutar ve maliyeti düşüktür. Genellikle bu testlerin uygulanması daha hızlı ve kolaydır. Uzun dönem klinik araştırmalar, zaman ve hasta takibi açısından zordur. Bu araştırmalarla oral kavitedeki stres yoğunluğundan dolayı başarısızlığın gerçek nedeni ayırt edilemez (Van Meerbeek ve ark., 2003). Biz de çalışmamızı bu nedenlerden dolayı in vitro koşullarda gerçekleştirdik.

Birçok çalışmada kök yüzeyinde oluşabilecek çatlakların ve kırıkların deney sonuçlarını etkilemesini önlemek amacıyla kırılған hale gelmemiş, yapısındaki nem

varlığını koruyan yeni çekilmiş dişler kullanılmıştır. Ayrıca yeni çekilmiş dişler, akrilik bloklara göre klinik şartları daha iyi yansıtmaktadır (Belli ve ark., 2001; Galvan ve ark., 2002; Tselnik ve ark., 2004; Sauaia ve ark., 2006; John ve ark., 2008; Nagas ve ark., 2010; Bail6n-Sinchez ve ark., 2011). Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda yeni çekilmiş dişlerin kullanılması uygun görülmüştür.

Çalışmalarda değişkenliğin en aza indirilmesi ve standardizasyonun sağlanabilmesi için, çürüksüz ve restorasyonu olmayan, anatomik olarak benzer dişler tercih edilmelidir (Retief, 1991, Wu ve ark. 1993). Bu nedenle araştırmamızda, furkal bölgede perforasyon oluşturabilmek ve standardizasyonu sağlamak için kökleri ayrık olan yeni çekilmiş, çürüksüz ve restorasyonu bulunmayan benzer alt molar dişlerin kullanımı tercih edilmiştir.

Çekilmiş dişlerin deney süresince saklama koşulları ile ilgili çeşitli görüşler mevcuttur. İnsan dişleri kullanılarak yapılan çalışmalarda, restoratif materyalin uygulamasından önce ve sonra örnekler; timol içeren distile su, distile su, serum fizyolojik ve formalinde bekletilmektedir (Rueggeberg, 1991; Demarco ve ark., 2001; Civelek ve ark., 2003). Bizim çalışmamızda yeni çekilmiş dişler bakteriyel enfeksiyonun önlenmesi amacıyla, deney sürecine kadar %0,1 timol kristali içeren distile su içerisinde bekletilmiş ve saklama çözeltisi haftada bir kez değiştirilmiştir (Cavalcante ve ark., 2007; Pereira ve ark., 2009).

Furkal perforasyonların tedavisinden sonra, endodontik tedavinin başarısı; yerinden uzaklaştırıcı kuvvetlere karşı, tamir materyalinin direnci ve koronal restorasyonun tedaviyi destekleyici etkisine bağlıdır. Örneğin, amalgam kondenzasyonu sırasında uygulanan kuvvet $8,9 \pm 2,4$ MPa ' a ulaşabilmektedir ve küçük veya büyük amalgam pluggerların herbiri $5,5 \pm 1,8$ MPa kuvvet uygulayabilmektedir (Lussi ve ark., 1995). Böyle baskılar furkal tamir materyalinin yerinden çıkmasına yol açabilmektedir. Bu yüzden perforasyon tamir materyalinin bağlanma dayanımı en önemli faktördür (Shokouhinejad ve ark., 2010; Hashem ve ark., 2012; Saghiri ve ark., 2010; Saghiri ve ark., 2012).

Materyallerin bağlanma dayanımını değerlendirmek için genellikle push out testinden yararlanılmaktadır. Bu test; etkili, pratik ve güvenilir bir testtir (Nilles ve ark., 1973). Push-out testi; endodontide, postların yapışmasının ölçülmesinde, perforasyon alanlarının kapatıldığı materyallerin, kök kanal patlarının bağlanma dayanımının belirlenmesinde kullanılmıştır (Pest ve ark., 2002). Benzer sebeplerle kullanılan makaslama ve gerilim bağlanma dayanımı gibi testler mevcuttur ancak hiçbirisi yeterince kabul görmemiştir (Gogos ve ark., 2004). Germe testi oldukça hassas olup, kuvvet uygulaması sırasında örneklerdeki stres dağılımındaki küçük değişiklikler sonuçlar üzerinde önemli etkilere sahiptir (Van Noort ve ark., 1991). Makaslama testindeki ana problem ise; kuvvet yüklü uç ile bağlanma yüzeyini yakın bir şekilde hizalamadaki zorluktur. Bu işlem uygun yapılmadığı takdirde, örnek üzerinde beklenmedik tork yüklemeleri ile sonuçlanmaktadır (Onay ve ark., 2009). Push- out testinin, germe ve makaslama testlerine göre avantajı, örnekler arasındaki küçük değişikliklere ve yük uygulanması sırasındaki stres dağılımındaki varyasyonlara daha az hassas olmasıdır (Üngör ve ark., 2006).

Push-out testinin, kalın kök kesitleri üzerinde uygulandığı zaman düzenli olmayan stres dağılımına yol açması önemli bir dezavantajdır (Haragushiku ve ark., 2010). Materyalin bağlanma dayanımını; pin çapı, örneğin kalınlığı ve örneğin elastisite modülü etkilemektedir. Materyalin elastik modülü, dentinin elastik modülünden yüksek olduğunda bağlanma dayanımı testinin orijinal formülü üzerinde uygun modifikasyonlar yapılmalıdır. Ayrıca ölçüm esnasındaki geometrik parametrelerin push-out bağlanma dayanımı üzerinde belirgin etkileri vardır ve mümkün olduğunca standardizasyonu sağlanmalıdır (Chen ve ark., 2013). Örneğin pozisyonu ve uygulanan kuvvetin açısı da sonuçları etkilemektedir, bu nedenle sabit çaplı ve dik yönde hazırlanmış örnekler kullanılmalı, itici kuvvet dentin tübüllerine dik olarak uygulanmalıdır (Drummond ve ark., 1996).

Bizim çalışmamızda da bu sebeplerden dolayı perforasyon materyallerinin bağlanma dayanımını değerlendirmek için push-out testinden faydalanılmıştır ve kullanılan molar dişlerin dekorone ve ampute edilmesiyle oluşturulan örnekler standardize edilmiştir.

Özellikle geniş furkasyon perforasyonlarında tamir materyalinin yerleştirilmesi oldukça güçtür ve periodontal aralığa taşmaktadır. Materyalin bu bölgeye taşmasını önlemek için internal matris oluşturulması amacıyla kemik üzerine biyomateryaller uygulanır. Kemik üzerine uygulanan biyomateryaller, perforasyon bölgesindeki hemorajiyi ortadan kaldırdığından ve tamir materyalinin periodontal dokulara taşmasını önlediğinden dolayı daha hermetik ve güvenli bir tıkama söz konusudur. Bu girişim, internal matriks yaklaşımı olarak adlandırılmaktadır (Lemon, 1992). Bu nedenle geniş furkal perforasyonların tamirinde internal matriks tekniği önerilmektedir. Bu teknik için kullanılan materyaller steril, manipülasyonu kolay ve inflamasyon oluşturmama özelliğine sahip olmalıdır (Lemon, 1992; Hartwell ve England, 1993). Yaptığımız bu çalışmada da kliniği taklit etme ve materyallerin güvenli bir şekilde daha iyi kondanse edilebilmesini sağlamak amacıyla bu özellikleri gösteren rezorbe olabilen kollagen matriks (CollaTape) kullanıldı.

Hamad ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, furkasyon tamir materyallerinin kondenzasyonunun standardizasyonu için kollajen matriks kullanmışlardır. Ayrıca kullanılacak dolgu materyalinin de vertikal kondenzasyonu sırasında uygulanacak kuvvete karşı standardizasyonun sağlanması için matriks kullanımını önermişlerdir. Biz de çalışmamızda bu amaçla internal matriks olarak CollaTepe (Zimmer/dental, Carlsbad, Kaliforniya, ABD) kullandık.

Perforasyon alanında enfeksiyon kontrolü oldukça önemlidir ve dezenfeksiyonun sağlanabilmesi için sodyum hipoklorit ile yıkanması önerilmektedir. Ancak bu durum küçük perforasyonlarda geçerlidir, büyük perforasyonlarda sodyum hipokloritin periradiküler dokulara taşması sonucu oluşabilecek komplikasyonlardan dolayı perforasyon alanından sadece dentin artıklarının mekanik olarak uzaklaştırılmasını sağlayacak şekilde steril salin solüsyonla yıkanması önerilmektedir (Cohen ve Hargreaves, 2011). Biz de çalışmamızda oluşturduğumuz perforasyonlarda bu duruma uygunluk göstermesi için perforasyon alanlarının mekanik temizlenmesini sağlayarak salin solüsyonuyla yıkadık.

VanderWeele ve ark. (2006), yapmış oldukları bir çalışmada 125 adet çok köklü üst ve alt büyük azı dişlerde oluşturmuş oldukları furkasyon perforasyonlarını kanla kontamine ederek ve kontamine etmeyerek MTA ile kapatmış ve 24 saat, 72 saat ve 1 hafta boyunca perforasyon tamir materyalinin sertleşmesini beklendikten sonra bağlanma dayanımına bakmışlardır. Araştırmacılar, çalışmalarının sonucunda kanla kontaminasyonun zaman bağımsız olarak bağlanma dayanımını düşürdüğünü ve sertleşme süreleri arttıkça bağlanma dayanımının da arttığını gözlemlemişlerdir.

Aggarwal ve ark. (2013), yeni çekilmiş alt molar dişlerde MTA ve Biodentini kanla kontamine ederek ve kontamine etmeyerek, 24 saat ve 7 günlük sertleşme sürelerinin sonunda bağlanma dayanımı açısından karşılaştırmışlardır. Kanla kontaminasyon, MTA örneklerinde 7 günlük bekleme süresine sahip dişlerin bağlanma dayanımı düşürürken, 24 saatlik bekleme süresine sahip MTA örneklerinde bağlanma dayanımını etkilememiştir. Bunun yanında Biodentin örneklerinin bağlanma dayanımını, kanla kontaminasyon etkilememiştir. Yapılan çalışmada, VanderWeele ve ark. (2006), benzer olarak 1 haftalık örneklerde tamir materyallerinin bağlanma dayanımının arttığını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmalar push-out testinden önce tamir materyalinin sertleşmesi için 1 hafta bekleme süresinin uygun olduğunu göstermiştir. Bu nedenle çalışmamızda kullanılan materyaller push-out testine maruz bırakılmadan önce bir hafta bekletilmiştir.

Güneser ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada oluşturdukları kök perforasyonlarını sodyum hipoklorit, klorheksidin ve salinle irrite ettikten sonra Dyract AP, amalgam, IRM, Biodentin ve MTA ile kapatmış ve bağlanma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak Biodentin MTA'dan anlamlı derecede daha yüksek bir bağlanma dayanımına sahip olduğunu göstermişlerdir.

Üstün ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmada kan kontaminasyonunun farklı endodontik tamir materyallerinin bağlanma dayanımları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak; ProRoot MTA ve Retro MTA ürünleri Biodentin'e göre daha iyi ancak, Supra MTA'nın, Biodentin ile benzer bağlanma dayanımına sahip

olduğunu görmüşlerdir. Kullanılan tüm materyallerde kan kontaminasyonunun bağlanma dayanımına etkisinin olmadığı görülmüştür.

Han ve Okiji (2011) , kalsiyum ve silikonun dentine alımının tag-like yapısından ötürü MTA' ya göre biodentinde daha fazla olduğunu göstermişlerdir. %3,5 NaOCl, %2 CHX ve salin solüsyonuna maruz kalan biodentin, daha istikrarlı performans göstermiştir.

Park ve ark. (2010), tarafından yapılan bir çalışmada Beyaz MTA ile BioAggregate' in kimyasal kompozisyonu karşılaştırılmış ve bu materyallerin benzer içeriklere sahip olduğu bulunmuştur. Çalışmaya göre; Beyaz MTA önemli oranda bizmut oksit içermesine rağmen BioAggregate içinde bizmut oksite rastlanmamıştır. BioAggregate, MTA'nın modifiye versiyonu gibi görünmektedir. BioAggregate ile MTA arasındaki en önemli fark ise BioAggregate'in içeriğinde radyoopasite sağlayan ajan olarak bizmut oksit yerine tantalyum oksit bulunmaktadır. Kullandığımız kalsiyum silikat içerikli materyaller, içerik ve yapı bakımından oldukça benzerdir. Bizim çalışmamızın sonuçlarına göre de; kullandığımız perforasyon tamir materyallerinin bağlanma dayanımları, irrigasyon solüsyonlarından bağımsız olarak değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Kök kanal sistemi; kök kanalı, dentin kanalları, aksesuar kanallar, kanal ramifikasyonları, apikal deltalar ve anostomozlar gibi bakterilerin rahatlıkla barınabilecekleri son derecede karışık bir yapıdadır (Baumgartner, 2002). Kanal içindeki anostomozların temizlenebilmesinin tek yolu ise etkili bir irrigasyon solüsyonu kullanmaktır. İrrigasyon solüsyonundan maksimum derecede yararlanabilmek için kullanılan solüsyonunun kanalın apikal bölgesine kadar ulaşması gerekir (Garg ve Garg, 2007b) Pulpa dokusu travma veya çürük nedeniyle patolojik değişimler gösterdiği zaman kök kanal sisteminde çok sayıda ve çeşitte bakteri ve bakteri toksinleri ortaya çıkar. Mikroorganizmalar, kök kanal sistemi içersinde bulunan düzensiz yapılarda bulunduğu gibi aynı zamanda dentin tübülleri içersinde yerleşirler (Orstavik ve Haapasolo, 1990; Torabinejad ve ark., 2003b). Bu

nedenle başarılı bir endodontik tedavi için kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında ve sonrasında değişik kimyasal yıkama solüsyonlarının kullanılması da gerekmektedir.

İdeal bir endodontik yıkama solüsyonundan beklenen özellikler; antibakteriyel özelliğe sahip olması, organik ve inorganik dokuyu çözmesi, hem lubrikant hem de yıkama etkisinin olması, çevre dokulara toksik etki göstermemesi, diş yapılarını zayıflatmaması ve patların adezyonunu etkilememesi şeklinde sayılabilir (Haapasalo ve ark., 2010). Günümüzde hiçbir solüsyon, ideal yıkama solüsyonundan beklenen özellikleri tek başına karşılamamaktadır.

Endodonti literatüründe, smear tabakasının kök kanalından uzaklaştırılıp uzaklaştırılmaması üzerine henüz bir fikir birliği kurulamamıştır. Ancak, Kennedy ve ark. (1986) ile White ve ark. (1987), smear tabakasının kök kanal dolgu materyallerinin dentin tübülleri içine girişini önlediğini ve smear tabakasının, kök kanal dolgu materyali ile dentin duvarı arasında sızıntıya sebep olabileceğini düşünerek kanal dolgusu yapılmadan önce bu tabakanın uzaklaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Smear tabakasının uzaklaştırılması için organik çözücüler, asitler ve şelasyon ajanları gibi çok sayıda kimyasal madde kullanılmaktadır (Ingle ve ark., 2002). Organik doku çözücü etkiye sahip NaOCl, tek başına kullanıldığında kök kanal duvarında oluşan smear tabakasını uzaklaştırmada yeterince etkili değildir (Şen ve ark., 1995). Tek başına EDTA ile irrigasyon yapılması durumunda ise, kök kanalında pulpa doku artıkları kalabilmekte ve smear tabakası demineralize olmaktadır. Ancak NaOCl ile birlikte kullanılması durumunda EDTA, pulpa doku artıklarını ve smear tabakasını tamamen uzaklaştırmaktadır (Şen ve ark., 1995). MTAD irrigasyon solüsyonu da dentin yüzeyine minimum değişiklik yaparak smear tabakasını tek başına uzaklaştırabilmektedir (Ghoddusi ve ark., 2007).

Çalışmada kullandığımız irrigasyon solüsyonları, MTAD solüsyonu haricinde, klinikte sürekli kullanılan irrigasyon solüsyonlarıdır. MTAD ise daha yeni bir

maddedir ve EDTA gibi smear tabakasını kaldıran bir irrigasyon solüsyonu olduğundan, diğer solüsyonlarla karşılaştırmak için çalışmamıza dahil edilmiştir.

Sayın ve ark.(2009), NaOCl, CHX ve MTAD' nin zamana bağlı olarak dentin üzerindeki dekalsifikasyon etkisini incelemişler. MTAD 'nin dekalsifikasyon etkisini diğer solüsyonlara göre anlamlı olarak daha düşük bulmuşlardır. Bu durumun etkisini daha iyi değerlendirebilmek için bağlanma dayanımının karşılaştırıldığı çalışmalar yapılması gerektiğini önermişlerdir. Ertaş ve Sağsen (2015); salin, %1 NaOCl, %17 EDTA, %17 EDTA+ %1 NaOCl, %2 CHX ve MTAD solüsyonlarının bağlanma dayanımına etkisini incelemişler. MTAD ile irrigate edilmiş kök kanal dolgusunun bağlanma dayanımını, diğer irrigasyon solüsyonlarından anlamlı olarak daha düşük bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da MTAD, EDTA' dan anlamlı olarak daha düşük çıkmıştır. Ertaş ve Sağsen (2015), bu durumun sebebi olarak MTAD' nin düşük dekalsifiye edici etkisi ve bu durumun yol açtığı smear tabakasının yetersiz uzaklaştırılmasına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Beltz ve ark. (2003) irrigasyon solüsyonlarının dentin dokusu üzerindeki etkisini incelemişler. MTAD; Salin, NaOCl ve EDTA'dan farklı olarak dentin dokusu ağırlığında artışa yol açmıştır. Bunun nedeni olarak MTAD'nin dentin dokusunda çökelmeye neden olması gösterilmiştir. Bu reaksiyon bir redoks reaksiyonudur ve BioPure MTAD solüsyonu içindeki tetrasiklin türevi doksisiklinin fotooksidasyonu nedeniyle meydana gelmektedir (Tay ve ark., 2006). Bu durum da MTAD' nin bağlanma dayanımını düşürme etkisini açıklamaktadır.

Final irrigasyon olarak MTAD ve EDTA kullanılan bir çalışmada MTAD, bağlanma dayanımında anlamlı derecede düşüşe neden olmuştur (Hashem ve ark., 2009). Gopikrishna ve ark (2011) yaptıkları çalışmada, MTAD ile yapılan son yıkamanın rezin bazlı ve kalsiyum hidroksit esaslı patların bağlanma dayanımını çökelti oluşumu nedeniyle azalttığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da yapı ve içerik olarak kalsiyum silikat içeren perforasyon materyallerinin bağlanma dayanımı son yıkama solüsyünü olarak kullanılan EDTA' ya göre MTAD sonrasında anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Bu durum da MTAD' nin içeriğinde bulunan

doksisiklinin neden olduğu çökeltme sonucu bağlanmanın olumsuz etkilenmesine bağlanabilir.

EDTA ve MTAD, dentini demineralize eden ve smear tabakasını kaldırmak için geliştirilmiş irrigasyon solüsyonlarıdır (Smith ve ark., 2007). Lee ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, MTA örneklerini distile su ve EDTA içerisine yerleştirmiş ve ardından örnekleri, SEM incelemesi, X ışını dağılım analizi ve hücre adezyonu gibi deneylere tabii tutmuşlardır. Sonuç olarak, EDTA'nın MTA'nın yapısını etkilediğini, hücre adezyonunu azalttığını, hidrasyon mekanizmasını bozduğunu ve alüminyum, demir, sülfür gibi toksik iyonların salınmasına sebep olduğunu göstermişlerdir. Smith ve ark. (2007), MTAD ve EDTA'nın beyaz MTA'nın yüzeyinde ve yapısal karakterindeki bozulmaya etkisini inceledikleri çalışmada, MTAD'nin EDTA ile karşılaştırıldığında MTA'nın yapısında daha fazla kalsiyum salınımına ve yüzey pürüzlülüğüne neden olduğunu bulmuşlardır. Bu durum da MTA'nın yapısında daha fazla değişikliğe yol açan MTAD'nin EDTA'dan düşük bağlanma dayanımına neden olmasını açıklayabilmektedir.

MTA'nın mikrosızıntısına smear tabakasının etkisi, birkaç çalışmada rapor edilmiştir (Yıldırım ve ark., 2008; Uyanık ve ark., 2009; Yıldırım ve ark., 2010). Yıldırım ve ark. (2010), smear tabakasının MTA'nın sızdırmazlığına olan etkisini incelemişlerdir. Smear tabakasının kaldırılmasının, kök kanal dolgusu boyunca sızıntı miktarını arttırdığını göstermişlerdir. MTA ile kapatılan kök ucu kavitelerinde smear varlığında azalan sızıntı miktarı, MTA'nın hidrofilik özelliklerine bağlıdır. Yapılan çalışma sonuçları esas alındığında; smear tabakası, MTA ve kök kanal dentini arasında bağlanmayı arttırıcı ajan olarak görev yapmıştır (Yıldırım ve ark., 2010). MTA, su varlığında sertleşebilen hidrolik bir simandır. Hidrolik simanlar, su ile karıştırıldığı zaman aşamalı ve çabuk sertleşen, sertleşmesi ya hava ya su varlığında gerçekleşen materyallerdir. Smear tabakası az veya çok nemli bir tabakadır (Yıldırım ve ark., 2010). Yıldırım ve ark. (2010)'na göre smear tabakasının neden olduğu nemli ortam, kalsiyum silikat içerikli materyallerin bağlanmasına olumlu etki göstermiş olabilir. Kullandığımız materyaller içerisinde bulunan kalsiyum silikat, su ile tepkimeye girer ve sonuçta hidroksiapatit oluşturarak diş yapısına

kimyasal olarak bağlanır (Kossev ve Stefanov, 2009). Bizim çalışmamızda da smear tabakasını kaldıran MTAD, smear tabakasına etki etmeyen saf sudan rakamsal olarak daha düşük bağlanma dayanımı göstermiştir. Ancak bu durum istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Yaptığımız çalışmada farklı irrigasyon solüsyonları kullanıldığında materyallerin bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık izlenmiştir. Son yıkama solüsyonu olarak kullanılan EDTA'nın, MTAD ve saf su grubuna göre, daha yüksek bağlanma dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir. Kullandığımız tamir materyallerine göre irrigasyonun etkisi incelendiğinde ise MTA ve Bioaggregate için alt gruplarda anlamlı bir farklılık izlenmemiş, ancak Biodentin grubunda saf su, EDTA'ya göre anlamlı derecede düşük çıkmıştır.

2 -5 µm genişliğindeki dentin tübüllerine partikül çapı 20 – 40 µm olan Biodentin girememektedir. EDTA uygulanan dentin tübüllerinin çaplarındaki artış sonucu partikül boyutu 20 – 40 µm olan Biodentin, 10 -30 µm olan MTA'dan daha güçlü bir bağlanma oluşturmaktadır. Biodentin'de partiküllerin dentin tübüllerine girmesi, biyomineralizasyonu başlatarak, Biodentin dolgu maddesi ile diş dokusu arasında bütünlük sağlar. (Komabayashi ve Spangberg, 2008; Rajasekharan ve ark., 2014; Kaup ve ark., 2015). Biz de çalışmamızda MTA ve Bioagregat için alt gruplarda farklılık bulunmayıp Biodentin için EDTA'nın saf sudan anlamlı olarak daha yüksek bağlanma dayanımına sahip olmasının bu duruma bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Yaptığımız in vitro çalışmada, malzemelerin adezyonuna push-out testi ile bakılmıştır. Sızdırmazlıklarının belirlenmesi için, sızıntı testlerine ve daha ayrıntılı görüntüleme için micro CT gibi üç boyutlu görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç vardır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaptığımız bu çalışmanın sınırlamalarıda göz önünde bulundurarak aşağıdaki sonuçlar elde edildi:

1. Bağlanma kuvveti değerleri bakımından Biodentin, MTA, Bioaggregate arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı.
2. Son irrigasyon sonrasında bağlanma kuvveti değerleri bakımından alt gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu. Saf su ve MTAD alt gruplarının bağlanma kuvveti değerleri EDTA alt grubuna göre anlamlı olarak daha düşük bulundu.
3. MTA, Biodentin ve Bioaggregate'in son irrigasyon sonrasındaki dentine bağlanması açısından farklılık bulundu. MTA ve Bioaggregate gruplarının son irrigasyonlardan sonra dentine bağlanma kuvveti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Ancak Biodentin grubunda saf su alt grubunun bağlanma kuvveti değerleri EDTA alt grubuna göre anlamlı derecede düşük çıktı.
4. Saf su, MTAD ve EDTA'nın perforasyon maddelerine etkisi sonrasındaki dentine bağlanma etkisi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı.

Sonuç olarak; perforasyon tamir materyallerinin bağlanma dayanımları, kullanılan irrigasyon solüsyonlarından etkilenmektedir.

En bilinen irrigasyon prosedürü olan NaOCl+EDTA, tamir materyallerinin bağlanma kuvvetini olumlu etkilemektedir. Bu çalışma bir in vitro çalışma olup konuyla ilgili daha ileri in vitro ve in vivo çalışmalara ihtiyaç vardır.

ÖZET

Çeşitli İrrigasyon Solüsyonlarının Üç Farklı Perforasyon Tamir Materyalinin Bağlanma Dayanımına Etkisinin Değerlendirilmesi

Çalışmanın amacı; sık kullanılan irrigasyon solüsyonlarının MTA, Biodentin ve BioAggregate materyallerinin bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmektir.

Çalışmamızda yeni çekilmiş ve üzerinde herhangi bir restoratif işlem olmayan, çürüksüz 135 adet alt büyük azı insan dişi kullanıldı. Dişlerin mine-sement sınırının 2mm üstünden kronlar uzaklaştırıldı ve furkasyonun 2mm altından olacak şekilde kökler uzaklaştırıldı. Bu dişlere giriş kaviteleri açıldı, pulpa odasında bulunan pulpa dokusu ve artıkları ekskavatör yardımı ile uzaklaştırıldı ve NaOCl ile yıkandı. Her bir parçanın furkasyon bölgesinde 1,4 mm çapındaki elmas rond frez ile perforasyon oluşturuldu. Daha sonra perforasyon alanını temizlemek için salinle perforasyon alanı yıkandı. Perforasyon boşluklarına tamir materyalleri uygulanmak üzere örnekler rastgele 3 gruba ayrıldı (n=45) ve MTA (Densply Maillefer, Ballaguies, İsviçre), Biodentin (Septodont, Niederkassel, Almanya) ve BioAggregate (Innovative BioCeramix, Vancouver, Kanada) perforasyon boşluklarına uygulandı. Ardından, örneklerin üzeri nemlendirilmiş gazlı bez ile örtülerek etüve yerleştirildi ve %100 nemli ortamda, 37°C de, 7 gün bekletildi.

Bekleme süresinin hemen ardından irrigasyon solüsyonlarında bekletilmek üzere her grup kendi içinde tekrar 3 alt gruba (n=15) ayrıldı ve belirlenen solüsyonlarda uygun sürelerde beklemeye alındı.

İrrigasyon solüsyonlarında beklemenin ardından bütün örnekler test solüsyonlarının içinden uzaklaştırılarak distile su ile yıkandı ve %100 nemli ortamda, 37 °C de, 48 saat bekletildi. Bağlanma dayanımlarını ölçmek amacıyla push-out bağlanma dayanımı değerleri universal test cihazında (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) gerçekleştirildi, veriler, Kruskal Wallis H Testi kullanılarak analiz edildi (p<0.05).

Sonuç olarak bağlanma kuvveti değerleri bakımından Biodentin, MTA, Bioaggregate arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. Ancak, son irrigasyon sonrasında bağlanma kuvveti değerleri bakımından Saf su ve MTAD alt gruplarının bağlanma kuvveti değerleri EDTA alt grubuna göre anlamlı olarak daha düşük bulundu(p<0.05).

Anahtar Kelimeler: Bağlanma dayanımı. biodentin, bioaggregat

SUMMARY

Evoluation of the Effect Of Three Various Irrigation Regiments On Bond Strength of Three Perforation Different Materials

The aim of this study was to evaluate the effects of various irrigation regiments on the push-out bond strength of MTA, Biodentine and Bioaggregate.

In this study, we used 135 freshly extracted permanent human mandibular molars with no caries and no restoration. The crowns were decoronated 2mm above the cemento-enamel junction and the roots were removed at 2mm under the furcation area. Molars were accessed, pulp chamber and root canals were removed with spoon excavator and irrigated with NaOCl. Perforations were created in the center of the pulp chamber floor with 1,4 mm round bur and irrigated with salin. The specimens were randomly divided into 3 grups (n=45) according to the material used for repairing the perforation defects: MTA (Densply Maillefer, Ballaguies, İsviçre), Biodentin (Septodent, Niederkassel) ve BioAggregate (Innovative BioCeramix, Vancouver, Canada). The specimens were placed immediately at 37°C and 100% humidity for a week until the repair material setting was completed. The samples were divided into subgroups (n=15) according to the waiting irrigation solutiouns of the specified time period.

After waiting irrigation solutions, the specimens irrigated with salin and were stored at 37°C and 100% humidity for 48 hours. The push-out bond strength values were measured by using a universal testing machine (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK). The data was analysed using Kruskal Wallis H test($p<0.05$).

In conclusion, no statistically significant different was found among Biodentine, MTA and Bioaggregate($p<0.05$). However, when the salin and MTAD were used as a final irrigation solution, the low push-out bond strength values were obtained in compasion with use of EDTA solution.

Key Words: Bond strength, biodentine, bioaggregate

KAYNAKLAR

- ABOU-RASS M, FRANK AL, GLICK DH (1980). The Anticurvature Filling Method to Prepare the Curved Root Canal. *J Am Dent Assoc*, **101**: 792-794.
- AGGARWAL V, SINGLA, M, MIGLANI, S, KOHLI S (2013). Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair. *J Conserv Dent*, **16**: 462-465.
- AGUIRRE R, EJDEEB ME, ELDEEB ME (1986). Evaluation of the repair of mechanical furcation perforation using amalgam, gutta-percha or indium foil. *J Endod*, **12**: 249-256.
- ALHADAINY HA, HIMEL VT (1993). Evaluation of the sealing ability of amalgam, Cavit and glass ionomer cement in the repair of furcal perforations. *Oral Surg*, **75**: 362-366.
- ALHADAINY HA (1994). Root Perforation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **78**: 368-374.
- ALAÇAM T (1990). Endodonti. GÜBYYO Basımevi, Ankara, s.:327-332.
- ALAÇAM, T (2012). Endodonti. 1. Baskı, İstanbul, Özyurt Matbaacılık, s.:462, s.:469, s.:471-472, s:705, s.:1173.
- AL-AJAM ADK, MCGREGOR AJ (1993). Comparison of the sealing capabilities of Ketac-Silver and extra high copper alloy amalgam when used as retrograde root canal filling. *J Endod*, **19**: 353-356.
- ANDELIN WE, BROWNING DF, HSU GH, ROLAND DD, TORABINEJAD M (2002). Microleakage of resected MTA. *J Endod*, **28**: 573-574.
- ASGARY S, PARIROKH M, EGHBAL MJ, BRINK F (2005). Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod*, **31**: 101-103.
- ASGARY S, SHAHABI S, JAFARZADEH T (2008). The properties of a new endodontic material. *J Endod*, **34**: 990-993.
- AUSTIN JH, TAYLOR HD (1918). Behavior of hypochlorite and of chloramine-T solutions in contact with necrotic and normal tissue in vivo. *J Exp Med*, **27**: 627-633.
- BAKLAND LK (1991). Endodontic mishaps: perforations. *Calif Dent Assoc*, **19**: 41-48.
- BASMADJIAN-CHARLES CL, FARGE P, BOURGEOIS, DM, LEBRUN T (2002). Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature. *Int Dent J*, **52**: 81-86.

- BASRANI B, HAAPASALO M (2012). Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Topics*, **27**: 74-102.
- BAUMGARTNER JC (2002). Endodontic microbiology. In: Principles and Practise of Endodontics, 3rd Edition, Ed.: Walton, R.E., Torabinejad, M., Philadelphia: W.B. Saunders Co. p.: 282-294.
- BAUMGARTNER JC, JOHAL S, MARSHALL JG (2007). Comparison of the antimicrobial efficacy of 1,3% NaOCl / Biopure MTAD to 5,25% EDTA for root canal irrigation. *J Endod*, **33**: 48-51.
- BELLI S, ZHANG Y, PEREIRA PN, PASHLEY DH (2001). Adhesive sealing of the pulp chamber. *J Endod*, **27**: 521-526.
- BELTZ RE, TORABİNEJAD M, POURESMAIL M (2003). Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *J Endod*, **29**: 334-337.
- BENENATI FW, ROANE JB, BIGGS JT, SIMON JH (1986). Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and guttapercha. *J Endod*, **04**: 161-166 .
- BLOOMFIELD SF, MİLES GA (1979). The antibacterial properties of sodium dichloroisocyanurate and sodium hypochlorite formulations. *J Appl Bacteriol*, **46**: 65-73.
- BODRUMLU E (2008). Biocompatibility of retrograde root filling materials: A review. *Aust Endod J*, **34**: 30-35.
- BOOTH JR, SHEETZ JP, LEMONS JE, ELEAZER-PD (2003). Acomparision of torque required to fracture three different nickel-titanium rotary instruments around curves of the same angle but different radius when bound at the tip. *J Endod*, **29**: 55-57.
- BOSTANLI MS (2008). Rezin esaslı fissür örtücülerin farklı ışık kaynaklarıyla polimerizasyonu sonrasında açığa çıkan artık monomer miktarının, yüzey sertliğinin ve bağlanma dayanımının araştırılması. Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- BRAMANTE CM, BERBERT A (1987). Root perforation dressed with calcium hydroxide or zinc oxide and eugenol. *J Endod*, **13**: 392-395.
- BRİSENO BM, WİRTH R, HAMM G, STANDHARTİNGER W (1992) Efficacy of different irri-gation methods and concentrations of root canal irrigation solutions on bacteria in the root canal. *Endod Dent Traumatol*, **8**: 6-11.
- BRYAN EB, WOOLARD G, MITCHELL WC (1999). Non Surgical repair of furcal perforations: a literature review. *Gen Dent*, **47**: 274-278.

- CALLIS PD, SANTINI A (1987). Tissue response to retrograde root fillings in the ferret canine; A comparison of a glass ionomer cement and gutta percha with sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad Endod*, **64**: 475-479.
- CAMILLERI J (2008). Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*, **41**: 408-417.
- CAMILLERI J, MONSTESIN FE, BRADY K, SWEENEY R, CURTIS RV, FORD TR (2005). The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dental analyses of acid-extractable and leached trace elements in dental cements*. *Int Endod J*, **45**: 737-743.
- CARD SJ, SIGURDSSON A, ØSTRAVIK D, TROPE M (2002). The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod*, **28**: 779-783.
- CAVALCANTE LM, PERIS AR, AMBROSANO GM, RITTER AV, PIMENTA, L.A. (2007). Effect of photoactivation systems and resin composites on the microleakage of esthetic restorations. *J Conlomp Deni Prac*, **8**: 70-79.
- CHNG HK, ISLAM I, YAP AU (2005). Properties of a new root-end filling material. *J Endod*, **31**: 665- 668.
- CHAILERTVANITKUL P, SAUNDERS W.P, MACKENZIE D (1996). The effect of smear layer on microbial coronal leakage of gutta-percha root fillings. *Int Endod J*, **29**: 242-248.
- CHAU JYM, HUTTER JW, MORK TO, NICOLL BK (1997). An in vitro study of furcation perforation repair using calcium phosphate cement. *J Endod*, **23**: 588-592.
- ÇİVELEK A, ERSOY M, L'HOTELIER, E., SOYMAN M, SAY E C (2003). Polymerization shrinkage and microleakage in Class II cavities of various resin composites. *Oper. Dent.*, **28**:635-641.
- CLAUDER T, SHIN S-J (2009). Repair of perforations with MTA: clinical applications and mechanisms of action. *Endod Topics*, **15**: 32-55.
- CELİK UNAL, G, MADEN, M, ISIDAN, T (2010). Repair of furcal iatrogenic perforation with mineral trioxide aggregate: two years follow-up of two cases. *Eur J Dent*, **4**:475-481.
- COHEN S, BURNS RC (1980). Pathways of the pulp. *The Mosby Co, St Louis*. **2**:106-108.
- COHEN S, HARGREAVES KM (2011). Cohen's Pathways of the Pulp, 10th ed. St Louis: Mosby Inc, p:941-942.
- ÇALIŞKAN MK (2006). Endodontide Tanı ve Tedaviler. 36, 401, 713, 737, 753.

- DAKIN HD (1915). On the use of certain antiseptic substances in treatment of wounds. *Br Med J*, **2**: 318-320.
- DAMMASCHKE T (2011). Direct pulp capping. *Dentist*, **27**: 88-94.
- DAZEY S, SENIA ES (1990). An in vitro comparison of the sealing ability of materials placed in lateral root perforations. *J Endod*, **16**: 19-23.
- DE-DEUS G, CANABARRO A, ALVES G, LINHARES A, SENNE MI, GRANJEIRO JM (2009). Optimal cytocompatibility of a bioceramic nanoparticulate cement in primary human mesenchymal cells. *J Endod*, **35**: 1387-1390.
- DE-DEUS G, DI GIORGI K, FIDEL S, FIDEL RA, PACIORNIK S (2009). Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany self-etch to root dentin. *J. Endod*. **35**: 1048- 1050.
- DEGROOD ME, OGUNTEBI BR, CUNNINGHAM CJ, PINK R (1995). A comparison of tissue reaction to Ketac-Fil and amalgam. *J Endod*. **21**: 65-69.
- DEL CARPIO-PEROCHENA A, BRAMANTE CM, DE ANDRADE FB, MALÍZA AG, CAVENAGO BC, MARCIANO MA, AMOROSO-SILVA P, DUARTE MH. (2015). Antibacterial and dissolution ability of sodium hypochlorite in different pHs on multi-species biofilms. *Clin Oral Investig*. **2**: 26.
- DELIVANIS PD, GOERIG AC (1981). Repair of perforations. *Quintessence Int*. **12**:985-992.
- DEMARCO FF, RAMOS L, MOTA CS, FORMOLO E, FUSTINO LM (2001). Influence of different restorative techniques on microleakage in Class II cavities with gingival wall in cementum. *Oper. Dent.*, **26**:253-259.
- DEUTSCH AS, MUSIKANT BL (2004). Morphological measurements of anatomic landmarks in human maxillary and mandibular molar pulp chambers. *J Endod*. **30**:388-390.
- DICKENS SH, MILOS MF (2002). Relationship of dentin shear bond strengths to different laboratory test designs. *Am. J Dent.*, **15**:185-192.
- DRAKE DR, WIEMANN AH, RIVERA EM, WALTON RE (1994). Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *J Endod*, **20**: 78-82.
- DRUMMOND JL, SAKAGUCHI RL, RACEAN DC, WOZNY J, STEINBERG AD (1996). Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *J Biomed Mater Res*, **32**: 533-541.
- FERREIRA RB, ALFREDO E, PORTO DE ARRUDA M, SILVA SOUSA, YT, SOUSANETO, MD (2004). Histological analysis of the cleaning capacity of nickel-titanium rotary instrumentation with ultrasonic irrigation in root canals. *Aust Endod J*, **30**: 56-58.

- EICK JD, WILKO R, ANDERSON CH, SORESENSE SE (1970). Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Res Dent*, **49**: 1359-1368.
- ERTAS H, SAGSEN B (2015). Effect of MTAD on bonding and leakage. *Scanning*, **37**: 393-398.
- ESTERLA C, CYNTIA RA, BARBIN EL (2002). Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J*, **13**: 113–117.
- FISCHER EJ, ARENS DE, MILLER CH (1998). Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and SuperEBA as a root-end filling material. *J Endod*, **24**: 176-179.
- FUSS Z, TROPE M (1996). Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol*, **12**: 255-264.
- FRANK AL (1974). Resorption, perforations, and fractures. *Dent Clin North Am*, **18**: 465-486.
- FRANCO V, FABIANI C, TASCHIERI S, MALENTACCA A, BORTOLIN M, DEL FABBRO M (2011). Investigation on the shaping ability of nickel-titanium files when used with a reciprocating motion. *J Endod*, **37**: 1398-1401.
- FUSS Z, ASSOLINE LS, KAUFMAN AY (1996). Determination of root perforations by electronic apex locators. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **82**: 324-329.
- GALVAN DA, CIARLONE AE, PASHLEY DH, KULILD JC, PRIMACK PD, SIMPSON MD (1994). Effect of smear layer removal on the diffusion permeability of human roots. *J Endod*, **20**: 83-86.
- GALVAN RR, JR, WEST LA, LIEWEHR FR, PASHLEY DH (2002). Coronal microleakage of five materials used to create an intracoronary seal in endodontically treated teeth. *J Endod*, **28**: 59-61.
- GANCEDO-CARAVIA L, GARCIA-BARBERO E (2006). Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *J Endod*. **32**:894-896.
- GARG N, GARG A (2007). Irrigation and intracanal medicament. In: Textbook of Endodontics, 1st Edition, New Delhi. Jaypee Brothers Medical Publisher. p.: 164-176.
- GEORGE S, KISHEN A, SONG KP (2005). The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. *J Endod*, **31**: 867-872.

- GHODDUSI J, ROHANI A, RASHED T, GHAZIANI P, AKBARI M (2007). An evaluation of microbial leakage after using mtad as a final irrigation. *J Endod*, **33**: 173-176.
- GLICKMAN GN, DUMSHA TC (1992). Problems in Canal Cleaning and Shaping. In: Gutmann JI, Dumsha TC Loudahl PE: *Mosby Year Book Med Public*, **2**: 32-51.
- GOGOS C, ECONOMIDES N, STAVRIANOS C, KOLOKOURIS I, KOKORIKOS I. (2004). Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentin. *J Endod*, **30**: 238-240.
- GOLDMAN LB, GOLDMAN M, KRONMAN JH, LIN PS (1981). The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **52**: 197-204.
- GOPIKRISHNA V, VENKATESHBABU N, DATTA K, KANDASWAMY D (2011). Evaluation of the effect of MTAD in comparison with EDTA when employed as the final rinse on the shear bond strength of three endodontic sealers to dentine. *Aust Endod J*, **37**: 12-17.
- GORACCI C, TAVARES AU, FABIANELLI A, MONTICELLI F, RAFFAELLI O, CARDOSO PC, TAY F, FERRARI M (2004). The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci*, **112**: 353-361.
- GROSSMAN LI (1957). The Management of Accidents Encountered in Endodontic Practice. *Dent Clin North Am*, **11**: 903-912.
- GUNESER MB, AKBULUT MB, ELDENİZ AU (2013) Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of bioceramic and conventional root perforation repair materials. *J Endod*, **39**: 380-384.
- GUTMANN JL, HARRISON JW (1991). *Surgical Endodontics*. Boston, MA: Blackwell Scientific Publications. p:409-422.
- GUTMANN JL, LOVDAHL PF (1997). Problems Encountered in Tooth Isolation and Access to the Pulpa Chamber Space. In: Gutmann JL. , Dumsha TC, Lovedahl KUAH HG, LUI JN, TSENG PS, CHEN NN. (2009). The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer. *J Endod*, **35**: 393-396.
- GU XH, MAO CY, KERN M (2009). Effect of Different Irrigation on Smear Layer Removal after Post Space Preparation. *J Endod*. **35**: 583–586PH, Hovland EJ. *Problem Solving in Endod*, **3**: 47-68.
- HAAPASALO M, QIAN W, PORTENIER I, WALTIMO T (2007). Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *J Endod*, **33**: 917–925.

- HAAPASALO M, SHEN Y, QIAN W, GAO Y (2010). Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*, **54**: 291-312.
- HAMAD HA, TORDIK PA, McCLANAHAN SB (2006) Furcation perforation repair comparing gray and white MTA: a dye extraction study. *J Endod*, **32**: 337-340.
- HAN L, OKIJI T (2011). Uptake of calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *Int Endod*, **44**: 1081-1087.
- HARAGUSHIKU GA, SOUSA-NETO MD, SILVA-SOUSA YT, ALFREDO E, SILVA SC, SILVA RG (2010). Adhesion of endodontic sealers to human root dentine submitted to different surface treatments. *Photomed and Laser Surg*, **28**: 405-410.
- HARDY I, LIEWEHR FR, JOYCE AP (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.
- HARRIS WE (1976). A simplified method of treatment for endodontic perforations. *J Endod*, **2**: 126-134.
- HARTWELL GR., ENGLAND MC (1993). Healing of furcation perforations in the primate teeth after repair with decalcified freeze-dried bone. A longitudinal study. *J Endod*, **19**: 357-361.
- HASHEM AA, GHONEIM AG, LUFTY RA, FOU DA MY (2009). The effect of different irrigating solutions on bond strength of two root canal filling systems. *J Endod*, **35**: 537-540.
- HASHEM AA, WANEES AMIN SA (2012). The effect of acidity on dislodgement resistance of mineral trioxide aggregate and bioaggregate in furcation perforations: an in vitro comparative study. *J Endod*, **38**: 245-259.
- HENCH LL, WEST JK (1996). Biological application of bioactive glasses. *Life Chem Reports*, **13**: 187-241.
- HIMEL VT, ALHADAINY HA (1995). Effect of dentin preparation and acid etching on the sealing ability of glass ionomer and composite resin when used to repair furcation perforation over plaster of paris barriers. *J Endod*, **21**: 142-145.
- HIMEL VT, BRAIDY J, WEIR J (1985). Evaluation of Repair of Mechanical Perforations of the Pulp Chamber Floor Using Biodegradable Tricalcium Phosphate or Calcium Hydroxide. *J Endod*, **11**: 161-165.
- HOLLAND R, OTOBONI FILHO JA, de SOUZA V, NERY MJ, BERNABE PFE, DEZAN JUNIOR E (2001). Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. *J Endod*, **27**: 281-284.

- HUANG FM, TAI KW, CHOU MY (2002). Resinous perforation-repair materials inhibit the growth, attachment, and proliferation of human gingival fibroblasts. *J Endod*. **28**: 291-294.
- HULSMANN M, RÖDIG T, NORDMEYER S (2007). Complications during Root Canal Irrigation. *Endod Topics*, **16**: 27-63.
- HULSMANN M, SCHÄFER E (2014). Endodontide Problemler, Etiyoloji, Tanı ve Tedavi. *Quintessence yay*, p.:394-396, p: 387.
- INGLE JI, SIMON JH, MACHTOU P, BOGAERTS P (2002). Outcome of endodontic treatment and re-treatment. In: Endodontic, 5th Edition, Ed.: Ingle J.I., Bakland L.K. B.C. Decker Inc, Hamilton, London, p.: 571-768.
- INOUE S, YOSHIMURA M, TINKLE JS, MARSHALL FJ (1991). A 24-week study of the microleakage of four retrofilling materials using a fluid filtration method. *J Endod*, **17**: 369-375.
- JEW RC, WINE SW, KEENE JJ, SMULSON MH (1982). A Histologic Evaluation of Periodontal Tissues Adjent to Root Perforations Filled With Cavit. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **54**: 124-135.
- JOHN AD, WEBB TD, !MAMURA G, GOODELL GG (2008). Fluid flow evaluation of Fuji Triage and gray and white ProRoot mineral trioxide aggregate intraorifice barriers. *J Endod*, **34**: 830-832.
- JOHNSON BR (1999). Considerations in the selection of a root-end filling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **87**: 398-404.
- KAUFMAN AY, KEILA SA (1989). Conservative Treatment of Root Perforations Using Apex Locator and Thermatic Compactor. Case Study of a New Method. *J Endod*, **15**: 267-272, 439-457.
- KAUFMAN AY, FUSS Z, KEILA S, WAXENBERG S (1997). Reliability of different electronic apex locators to detect root perforations in vitro. *Int Endod J*, **30**: 403-407.
- KEISER K, JOHNSON CC, TIPTON DA (2000). Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod* **26**: 288-291.
- KENNEDY WA, WALKER WA, GAUGH RW (1986). Smear layer removal effects on apikal leakage. *J Endod*, **12**: 21-27.
- KETTERING JD, TORABINEJAD M (1995). Investigation of mutagenicity of mineraltrioxideaggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod*, **21**: 537-542.
- KOBAYASHI Y, HAYASHI M, YOSHINO F, TAMURA M, YOSHIDA A, IBI H, LEE MC, OCHIAI K, OGISO B (2014) Passive ultrasonic irrigation in the

presence of a low concentration of hydrogen peroxide enhances hydroxyl radical generation and bactericidal effect against *Enterococcus faecalis*. *J Oral Sci*, **56**: 35-39.

KOH ET, MC DONALD F, PITT FORD TR, TORABINEJAD M (1998). Cellular response to mineral trioxide aggregate. *J Endod*, **24**: 543-547.

KOSSEV D, STEFANOV V (2009). Ceramics-based sealers a new alternative to currently used endodontics sealers. *Roots*, **1**: 42-48.

KOUBI G, COLON P, FRANQUIN JC (2012). Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth a prospective study. *Clin Oral Investig*, **17**: 243-249.

KOUBI S, ELMERINI H, KOUBI G, TASSERY H, CAMPS J (2012). Quantitative, evaluation by glucose diffusion of microleakage in aged calcium silicate-based open-sandwich restorations. *Int J Dent*, **10**: 58-63.

KVINSLAND I, OSWALD RJ, HALSE A, GRONNINGSEATER AG (1989). A Clinic and Roentgenological Study of 55 Cases of Root Perforation. *Int Endod J*, **22**: 75-84.

LANTZ B, PERSSON P (1967). Periodontal tissue reactions after root perforations in dogs teeth : a histologic study. *Odonto Revy*, **19**: 541-44.

LAURENT P, CAMPS J, ABOUT I (2012). Biodentine induces TGF-B1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod*, **45**: 439-448.

LAURENT P, AUBUT V, ABOUT (2009). I. VI-2-2-1 Development of bioactive Ca_3SiO_5 based posterior restorative material (BiodentineTM). In: Goldberg M (ed). Biocompatibility or cytotoxic effects of dental composites. *Oxford Coxmoor*, 195-200.

LEAL F, DE-DEUS G, BRANDAO C, LUNA AS, FIDEL SR, SOUZA EM (2011). Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA. *Int Endod J*, **44**: 662-668.

LEE SJ, MONSEF M, TORABINEJAD M (1993). Sealing ability of mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod*, **19**: 541-544.

LEE YL, LEE BS, LIN FH, YUN LIN A, LAN WH, LIN CP (2004). Effects of physiological environments on the hydration behavior of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials*, **25**: 787-793.

LEE YL, LIN FH, WANG WH, RITCHIE HH, LAN WH, LIN CP (2007). Effects of edta on the hydration mechanism of mineral trioxide aggregate. *J Dent Res*, **86**: 534-538.

- LEMON RR (1992). Nonsurgical repair of perforation defects. Internal matrix concept. *Dent Clin North Am*, **36**: 439-457.
- LIN CP, CHEN YJ, LEE YL, WANG JS, CHANG MC, LAN WH, CHANG H, TAI TF, LEE MY, LIN BR, JENG JH (2004). Effects of root end filling materials and eugenol on mitochondrial dehydrogenase activity and cytotoxicity to human periodontal ligament fibroblasts. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, **71**: 429-440.
- MANNOCCI F, VICHI A, FERRARI M (1997). Sealing ability of several restorative materials used for repair of lateral root perforations *J Endod*, **23**: 639-641.
- MAH T, BASRANI B, SANTOS JM, PASCON EA, TJADHERHANE L, YARED G, LAWRENCE HP, FRIEDMAN S (2003). Periapical inflammation affecting coronally -inoculated dog teeth with root filling augmented by white MTA. *J Endod*, **29**: 442-446.
- MC LEAN JW, GASSER O (1985). Glass-cermet cements. *Quint Intem*, **16**: 333-343.
- MCDONNELL G, ROSSELL AD (1999). Antiseptics and disinfectants: activity, action and resistance. *Clin Microbiol Rev*, **12**: 147-179.
- MELLO I, KAMMERER BA, YOSHIMOTO D (2010). Influence of Final Rinse Technique on Ability of Ethylenediaminetetraacetic acid of removing smear layer. *J Endod*, **36**: 512-514.
- MERYON SD, BROOK AM (1990). Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *Int Endod J*, **23**: 196-202.
- MOZA YENi, MA, JAVAHERI GH, POORROOSTA P, ASHARI MA, JAV AHERI HH (2009). Effect of 17% EDTA and MTAD on intracanal smear layer removal: a scanning electron microscopic study. *Aust Endod J*, **35**: 13-17.
- MUKHTAR-FAYYAD D (2011). Cytocompatibility of new bioceramic-based materials on human fibroblast cells (MRC-5). *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Rad & Endod*, **112**: 137-142
- NAGAS E, UYANIK O, ALTUNDASAR E, DURMAZ V, CEHRELİ ZC, VALLITTU PK, LASSILA LV (2010). Effect of different intraorifice barriers on the fracture resistance of roots obturated with Resilon or gutta-percha. *J Endod*, **36**: 1061-1063.
- NAMAZIKHAH MS, NEKOOFAR MH, SHEYKHREZAE MS, SALARIYEH S, HAYES SJ, BRYANT ST, MOHAMMADI MM, DUMMER PM (2008). The effect of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*, **41**: 108-116.

- NICHOLLS E (1962). Treatment of traumatic perforations of the pulp cavity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **15**: 603-612.
- NILLES JL, COLETTI JM, WILSON C (1973). Biomechanical evaluation of bone-porous material interfaces. *J Biomed Mater Res*, **7**: 231-251.
- ONAY EO, ÜNGÖR M, ARI H, BELLİ S, OGUS E (2009). Push-out bond strength and SEM evaluation of new polymeric root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Rad and Endod*, **107**: 879-885.
- ORSTAVIK D, HAAPASALO M (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol*, **6**: 142-149 .
- OSORIO RM, HEFTI A, VERTUCCI FJ, SHAWLEY AL (1998). Cytotoxicity of endodontic materials. *J Endod*, **24**: 91-96.
- OSWALD JB (1979). Procedural accidents and their repair. *Dent Clin North Am*, **23**: 593-616.
- OWADALLY ID, CHONG BS, PITTFORD TR, WATSON TF (1993). The sealing ability of the IRM with the addition of hydroxyapatite as a retrograde root filling. *Endod Dent Traumatol*, **9**: 211-215.
- OYNICK J, OYNICK T (1978). A study of a new material for retrograd fillings. *J Endod*, **4**: 203-206.
- ÖZSEZER E (2004). Retrograd dolgu maddeleri. *G Ü Dişhek Fak Derg*, **21**: 223-231.
- PARAGLIOLA R, FRANCO V, FABIANI C (2010). Final Rinse Optimization: Influence of Different Agitation Protocols. *J Endod*, **36**: 282-285.
- PARK JW, HONG SH, KIM JH, LEE SJ, SHIN SJ (2010). X-ray diffraction analysis of White ProRoot MTA and Diadent Bioaggregate. *Oral Sur Oral Med Oral Path Oral Rad & Endod*, **109**: 155-158.
- PARIROKH M, TORABINEJAD M (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod*, **36**: 400-413.
- PASHLEY DH, TAO L, BOYD L, KING GE, HORNER JA (1988). Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentine. *Arch Oral Biol*, **33**: 265-270.
- PEST LB, CAVALLI G, BERTANI P, GAGLIANI M (2002). Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater*, **18**: 596-602.

- PETERS LB, WESSELINK PR, BUIJS JF, VAN WINKELHOFF AJ (2001). Viable bacteria in root dentinal tubules ofteeth with apical periodontitis. *J Endod*, **27**: 76-81.
- PEREIRA AC, EGGERTSSON H, MARTINEZ-MIER EA, MIALHE FL, ECKERT GJ, ZERO DT (2009). Validity of caries detection on occlusal surfaces and treatment decisions based on results from multiple caries-detection methods. *Eur J Oral Sci*, **117**: 51-57.
- PEREZ F, ROUQUEYROL-POURCEL N (2005) Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **99**: 383-387.
- PÉCORA JD, SOUSA-NETO MD, ESTRELA C (1999). Soluções irrigadoras auxiliares do preparo do canal radicular. In: Estrela C, Figueiredo JA, editors. *Endodontia -Princípios biológicos e mecânicos*. São Paulo: Artes Médicas; p. 552-569.
- PETERS LB, WESSELINK PR, BUIJS JF, VAN WINKELHOFF AJ (2001). Viable bacteria in root dentinal tubules ofteeth with apical periodontitis. *J Endod*, **27**: 76-81.
- PETERS OA (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*, **30**: 559-567.
- PETERSSON K, HASSELGREN G, TRONSTEAD L (1985). Endodontic treatment of experimental root perforation in dog teeth. *Endod Dent Traumatol*, **1**: 22-28
- PISSIOTIS E, SPANGBERG LWS, SAPOUNAS G (1991). Silver glass ionomer cement as a retrograde filling material: A study in vitro *J Endod*, **17**: 225-229
- PLOTINO G, PAMEIJER CH, GRANDE NM, SOMMA F (2007). Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod*, **33**: 88-95.
- POWERS JM, TATE VH (2005). Bond strength to Enamel. *Dental Hard Tissues and Bonding Interfacial Phenomena and Related Propert*, **3**: 53-69.
- PRADELLE-PLASSE N, TRAN V, COLON P (2009). Physico-chemical properties. In: Goldberg N (ed). *Biocompatibility or cytotoxic effects of dental composites*. Oxford; Coxmoor, 184-194.
- RAIDEN G, KOSS S, COSTA L, HERNANDEZ JL (2001). Radiographic measurement of residual root thickness in premolars with post preparation. *J Endod*, **27**: 296-298.
- RAJASINGHAM R, NG YL, KNOWLES JC, GULABIVALA K (2010). The effect of sodium hypochlorite and ethylenediaminetetraacetic acid irrigation, individually and in alternation, on tooth surface strain. *Int Endod J*, **43**: 31-40.

- RETIEF DH (1991). Standardizing laboratory adhesion tests. *Am. J Dent.*, **4**:231-236.
- RHODES JS (2006) .Taylor & Francis Group, *Advanced Endod*, **1**: 7.
- ROY CO, JEANSONNE B G, GERRETS, TF (2001). Effect of an acid environment on leakage of root-end filling materials. *J Endod*, **27**: 7-8.
- RUEGGEBERG FA (1991). Substrate for adhesion testing to tooth structure-Review of the literature. *Dent Mater*, **7**: 2-10.
- SAGHIRI MA, LOTFI M, SAGHIRI AM, VOSOUGHHOSSEINI S, FATEMI A, SHIEZADEH V, RANJKESH B (2008). Effect of ph on sealing ability of White mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J. Endod*, **34**: 1226-1229.
- SAGHIRI, MA, SHOKOUHINEJAD N, LOTFI M, AMINSOBHANI M, SAGHIRI AM (2010). Push-out bond strength of mineral trioxide aggregate in the presence of alkaline pH. *J Endod*, **36**: 1856-1859.
- SAGHIRI MA, GARCIA-GODOY F, GUTMANN JL (2012). Push-out bond strength of a nano-modified mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol*, **29**: 323-327.
- SAITO K, WEBB TD, IMAMURA GM, GOODELL GG (2008). Effect of Shortened Irrigation Times with 17% Ethylene diamine tetra-acetic acid on smear layer removal after rotary canal instrumentation. *J Endod*, **34**: 1011-1014.
- SAUAIA TS, GOMES BP, PINHEIRO ET, ZAIA AA, FERRAZ CC, SOUZAFILHO FJ (2006). Microleakage evaluation of intraorifice sealing materials in endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **102**: 242-246.
- SAYIN TC, CEHRELİ ZC, DENİZ D (2009). Timedependent decalcifying effects of endodontic irrigants with antibacterial properties. *J Endod*, **35**: 280–283.
- SARKAR NK (2005). Physicochemical basis of the biologic properties of MTA. *J Endod*, **31**: 97-100.
- SCHWARTZ SA, ALEXANDER JB (1988). A comparison of leakage between silver-glass ionomer cement and amalgam retrofillings. *J Endod*, **14**: 385-391.
- SCHWART RS, MAUGER M, CLEMENT DJ, WALKER WA (1999). Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J Am Dent Assoc*, **130**: 967-975.
- SELTZER S, BENDER IB, SMITH J, FREEDMAN I, NAZIMOV H (1967). Endodontic failures: An analysis based on clinical, roentgenographic and

histologic findings part I-II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* **23**: 500-530.

SELTZER S (1988). *Endodontology*. Lea and Fabiger Philadelphia 2nd Ed. **14**: 454-458.

SHAHRAVAN A, HAGHDOOST AA, ADL A, RAHMI H, SHADIFAR F (2007). Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation. A systemic review and meta-analysis. *J Endod*, **29**: 450-452.

SHEMESH H, CRISTESCU RC, WESSELING PR, WU MK (2011). The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *J Endod*, **37**: 513-516.

SHOKOUHINEJAD N, NEKOOFAR MH, IRAVANI A, KHARRAZIFARD MJ, DUMMER PM (2010). Effect of acidic environment on the push-out bond strength of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, **36**: 871-874.

SHOVELTON DS (1964). The presence and distribution of microorganisms within nonvital teeth. *British Dent J*, **117**: 101-107.

SIMON JHS, KELLY WH, GORDON DG, ERICSON GW (1978). Extrusion of endodontically treated teeth. *J Am Dent Assoc*, **97**: 17-23.

SINAI IH (1977). Endodontic perforations: their prognosis and threatment. *J Am Assoc*, **95**: 90-95.

SÎRTES G, WALTÎMO T, SCHAETZLE M, ZEHNDER M (2005). The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod*, **31**: 669-671.

SMITH JB, LOUSHINE RJ, WELLER RN, RUEGGEBERG FA, WHITFORD GM, PASHLEY DH, TAY FR (2007). Metrologic evaluation of the surface of white mta after the use of two endodontic irrigants. *J Endod*, **33**: 463-467.

SNYDER WR, HOOVER J, KNOURY R., FARACH-CARSON MC (1997). Osteoblast and perforation repair agents. *J Endod*, **23**: 158-161

SUDHA R, SUKUMARAN VR, RANGANATHAN J, BHARADWAJ N (2006). Comparative evaluation of the effect of two different concentrations of EDTA at two different PH and time periods on root dentin. *J Cons Dent*, **9**: 36-42.

ŞEN BH, WESSELINK PR, TÜRKÜN M (1995). The smear layer; a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J*, **28**: 141-148.

TAI KW, CHANG YC (2000). Cytotoxicity evaluation of perforation repair materials on human periodontal ligament cells in vitro. *J Endod*, **26**: 395-397.

- TANG HM, TORABINEJAD M, KETTERING JD (2002). Leakage evaluation of root-end filling materials using endotoxin. *J Endod*, **28**: 5-7.
- TAY FR, MAZZONI A, PASHLEY DY, DAY TE, NGOH EC, BRESCHI L (2006). Potential iatrogenic tetracycline staining of endodontically treated teeth via NaOCl/MTAD irrigation: a preliminary report. *J Endod*, **32**: 354-358.
- TAY KC, LOUSHINE BA, OXFORD C, KAPUR R, PRIMUS CM, GUTMANN JL, LOUSHINE RJ, PASHLEY DH, TAY FR (2007). In vitro evaluation of a ceramicrete-based root-end filling material. *J Endod*, **33**: 1438-1443.
- THOMSON TS, BERRY JE, SOMERMAN MJ, KIRKWOOD KL.(2003). Cementoblasts maintain expression of osteocalcin in the presence of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, **29**: 407-412.
- THOMSON TS, BERRY JE, SOMERMAN MJ, KIRKWOOD KL (2003). Cementoblasts maintain expression of osteocalcin in the presence of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, **29**: 407-412.
- TORABINEJAD M, LEMON RR (1996). Procedural Accidents. In: Walton RE, Torabinejad M. *Princ and Pract Endod*, **2**: 306-323.
- TORABINEJAD M, CHIVAN N (1999). Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, **25**: 197-205
- TORABINEJAD M, HONG CU, MC DONALD F, PITT FORD TR (1995). Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*, **21**: 349-353.
- TORABINEJAD M, CHIVIAN N (1999). Clinical applications of mineraltrioxideaggregate. *J Endod*, **25**: 197-205.
- TORABINEJAD M, WATSON TF, PITT FORD TR (1993). Sealing ability of a mineraltrioxideaggregate when used as a root-end filling material. *J Endod*, **19**: 591-595.
- TORABINEJAD M, HONG CU, MC DONALD, F, PITT FORD TR (1995a). Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*, **21**: 349-353.
- TORABINEJAD M, SMITH PW, KETTERING JD, PITT FORD TR (1995b). Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used rootend filling materials. *J Endod*, **21**: 295-299.
- TORABINEJAD M, HONG CU, LEE SJ, MONSEF M, PITT FORD TR (1995c). Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *J Endod*, **21**: 6.

- TORABİNEJAD M, KHADEMİ AA, BABAGOLİ J, CHO Y, JOHNSON WB, BOZHİLOV K (2003). A new solution for the removal of smear layer. *J Endod*, **29**:170-175
- TORABİNEJAD M, CHO Y, KHADEMİ AA, BAKLAND LK, SHABAHANG S (2003). The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J Endod*, **29**: 233-239.
- TORABINEJAD M, PARIROKH M (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod*, **36**: 190-202.
- TSESİS I, FUSS Z (2006). Diagnosis and treatment of accidental root perforations. *Endod Topics*, **13**: 95-107.
- THIRWAT J, EDMUNDS DH (1989). The sealing ability materials used as retrograde root fillings in endodontic surgery. *Int Endod J*, **22**: 295-298
- TROPE M, LOST C, SCHMITZ HJ, FRIEDMAN S (1996). Healing of apical periodontitis in dogs after apicoectomy and retrofilling with various filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **81**: 221-228
- TÜRKÜN M, GÖKAY N, ÖZDEMİR N (1998). Farklı endodontik yıkama solüsyonlarının toksik ve nekrotik doku çözücü etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *İ Ü Dişhek Fak Derg*, **32**: 87-94.
- UYANIK MO, NAGAŞ E, ŞAHİN C, DAĞLI F, ÇEHRELİ Z (2009). Effects of different irrigation regimens on the sealing properties of repaired furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **107**: 91-95.
- ÜNGÖR M, ONAY EO, ORUÇOĞLU H (2006). Push-out bond strengths: the epiphany- resilon endodontic obturation system compared with different pairings of epiphany, resilon, AH Plus and gutta percha. *Int Endod J*, **39**: 643-647.
- ÜSTÜN Y, TOPÇUOĞLU HS, AKPEK F, ASLAN T (2015). The effect of blood contamination on dislocation resistance of different endodontic reparative materials. *J Oral Sci*, **57**: 185-190.
- VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J, YOSHIDA Y, INOUE S, VARGAS M, VIJAY P, VAN LANDUYT K, LAMBRECHTS P, VANHERLE G (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, **28**: 215-235.
- VAN NOORT R, CARDEW GE, HOWARD IC, NOROOZI S (1991). The effect of interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. *J Dent Res*, **70**: 889-893.
- WALKER A (1936). Definite and dependable therapy for pulpless teeth. *J American Dent Assoc*, **23**: 1418-1424.

- WALTON RE (1976). Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod*, **2**: 304-311.
- WHITE RR, GOLMAN M, LIN PS (1987). The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *J Endod*, **13**: 369-374.
- WHITTEN BH, GARDNER DL, JEASONNE BG, LEMON RR (1996). Current trends in endodontic treatment: A report of a national survey. *J Am Dent Assoc*, **127**: 1333.
- WILSON AD, KENT BE (1973) .The properties of a glass ionomer cement. *Br Dent J*, **135**: 322-326.
- WU MK, DE GEE AJ, WESSELINK PR, MOORER WR (1993). Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int Endod J*, **26**: 203-208.
- WU MK, VAN DER SLUIS LW, WESSELINK PR (2002). A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical cana] filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int Endod J*, **35**: 527-535.
- YAN P, YUAN Z, JIANG H, PENG B, BIAN Z (2010). Effect of BioAggregate on differentiation of human periodontal ligament fibroblast. *Int Endod J*, **43**: 1116-1121.
- YILDIRIM T, ER K, TAŞDEMİR T, TAHAN E, BURUK K, SERPER A (2010). Effect of smear layer and root-end cavity thickness on apical sealing ability of mta asa root-end filling material: A bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **109**: 67-72.
- YILDIRIM T, ORUÇOĞLU H, ÇOBANKARA FK (2008). Long-term evaluation of the influence of smear layer on the apical sealing ability of MTA. *J Endod*, **34**: 1537-1540.
- YUAN Z, PENG B, JIANG H, BIAN Z, YAN P (2010). Effect of bioaggregate on mineral-associated gene expression in osteoblast cells. *J Endod* **36**: 1145-1148.
- ZHANG H, PAPPEN FG, HAAPASALO M (2009). Dentin enhances the antibacterial effect of mineral trioxide aggregate and bioaggregate. *J Endod*, **35**: 221-224. .

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı : Nihal
Soyadı : Akkaya
Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara 25.09.1988
Uyruğu : T.C.
Medeni Durumu : Evli
İletişim Adresi ve Telefonu : Mustafa Kemal Mah. 2120.Cad. NO:7/4 Çankaya
ANKARA
Tel : 0506 549 50 10
Elektronik Posta : nihaldundar@hotmail.com

II- Eğitimi

2014 -2017 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı/
Uzmanlık Programı
2013 Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
2006 Kalaba Anadolu Lisesi
2002 Hacı Mustafa Tarman İlköğretim Okulu

Yabancı Dili:

İngilizce