

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI GÜTAPERKA ÇÖZÜCÜLERİN TRİKALSİYUM
SİLİKAT İÇERİKLİ SİMANLARIN KÖK KANALINA
BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

Dt. İdil ARIKER

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

ANKARA

2016

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI GÜTAPERKA ÇÖZÜCÜLERİN TRİKALSİYUM
SİLİKAT İÇERİKLİ SİMANLARIN KÖK KANALINA
BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

Dt. İdil ARIKER

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Bahar ÖZÇELİK**

**ANKARA
2016**

ONAY SAYFASI

31/10/2016

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına

Dt. İdil ARIKER'in 31.10.2016 tarihinde jürimiz önünde yaptığı savunmasında "Farklı Gütaperka Çözücülerin Trikalsiyum Silikat İçerikli Simanların Kök Kanalına Bağlanma Dayanımına Etkisi" başlıklı çalışması jürimiz tarafından Dişhekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Bahar ÖZÇELİK (Tez Danışmanı)

Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. M. Özgür UYANIK

Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Kamran GÜLŞAHI

Başkent Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

ONAY : Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Osman Taha KÖSEOĞLU
Dekan Vekili

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve her zaman yol gösteren tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Bahar Özçelik'e,

Mesleğimin her alanında ufkumu açan, endodontiyi sevdiiren ve özellikle de bu uzmanlık tezinin ortaya çıkmasında büyük emekleri olan değerli hocalarım Doç. Dr. M. Özgür Uyanık'a ve Doç. Dr. Z. Emre Nagaş'a,

Klinik ve akademik tüm çalışmalarda hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, samimiyeti ve dostluğuyla her zaman cesaretlendiren ablam Uzm. Dr. Emel Uzunoğlu'na,

Mesleğimizi bizlere öğreten ve sevdiiren, uzmanlık eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Ahmet Serper'e, Prof. Dr. Ömer Görduysus'a, Prof. Dr. Melahat Görduysus'a, Prof. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu'na, Doç. Dr. Zeliha Yılmaz'a, , Doç. Dr. Emre Altundaşar'a, zor anlarda her zaman büyük bir sabır ve samimiyetle destek veren Öğr. Gör. Dr. Derya Deniz Sungur'a ve Doç. Dr. Behram Tuncel'e,

SEM ile gerçekleştirilen görüntülerdeki katkıları için Doç. Dr. Evren Çubukçu'ya ve Mehmet Yozgatlı'ya,

İstatistiksel değerlendirmelerdeki katkıları için Dr. Sevilay Karahan'a,

Klinik çalışmalarımız boyunca birlikte çalıştığımız Nuri Akyol, Sinan Altun, Ayfer Bilgiç ve Anıl Ekici başta olmak üzere bölümümüz idari personeline,

Uzmanlık eğitimim boyunca, her daim tecrübelerine başvurduğum ve bu konuda yardımlarını esirgemeyen, önümde her zaman değerli birer örnek olan çok sevdiğim abi ve ablalarım Uzm. Dr. Eda Ezgi Aslantaş'a, Uzm. Dr. Ayhan Eymirli'ye, Uzm. Dr. Selen Küçükçkaya Eren'e, Uzm. Dr. Çiğdem Çetin Canbazoğlu'na, Uzm. Dr. Hacer Aksel'e,

Eğitimde geçen yıllarıma anlam katan, yerleri asla dolmayacak olan canım dostlarım ve çalışma arkadaşlarım Uzm. Dt. Ahmet Keleş'e, Uzm. Dt. Sevinç Askerbeyli Örs'e, Dt. Işıl Özışık'a, Dt. Çiğdem Dik'e, Dt. Merve Işık'a, Dt. Ceren Bayram'a, Dt. Elifcan Ayhan'a, Dt. Deniz Pedersen'e, Dt. Hakan Karaaslan'a, Dt. Yaprak Koçak'a ve biricik *yol arkadaşım* Dt. Özge Erdoğan'a,

Uzmanlık tezimin ortaya çıkmasında desteğini ve sabrını hep hissettiğim Onurhan Duman'a,

Emekleri ve samimiyeti çok değerli olan, benim ilk öğretmenim, ablam Nursel Baklan'a,

Varlığı güç veren, her daim gülümsememi sağlayan, hayattaki en büyük desteğim, canım kardeşim Başak Arıker'e, bana güçlü biri olmayı öğreten canım babam Fikret Arıker'e, beni dünyaya getiren, sonsuz bir özveriyle şekillendiren, her yolumu aydınlatan annem Melahat Tuncer Arıker'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir (H.Ü.B.A.B. Proje No: THD-2016-8680).

ÖZET

Arıker, İ. Farklı Gütaperka Çözücülerin Trikalsiyum Silikat İçerikli Simanların Kök Kanalına Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Programı Uzmanlık Tezi, Ankara 2016

Bu çalışmanın amacı, alt çene küçük azı dişlerinden elde edilen dentin kesitleri üzerinde, üç farklı gütaperka çözücü solüsyonun ve farklı uygulama sürelerinin, ProRoot MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesidir. Bu çalışmada kök yüzeyinde çatlak, kırık ya da rezorpsiyon bulunmayan 80 adet alt çene küçük azı dişi kullanılmıştır. Dişlerin kronları uzaklaştırıldıktan sonra ProTaper Universal döner eğe sistemi ile kök kanalları şekillendirilmiş ve ardından peeso-reamer frezlerle standart bir çap elde edilmiştir. Kök kanallarının şekillendirilmesinin ardından dişlerin orta 1/3'lük bölümlerinden 1 mm kalınlığında dentin kesitleri alınmıştır. Elde edilen dentin kesitleri ProRoot MTA ve Biodentine ile doldurulmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. 1. Grup: ProRoot MTA, 2. Grup: Biodentine. Bu ana gruplardaki örnekler de farklı çözücülerin uygulanacağı alt gruplara rastgele dağıtılmıştır. Alt gruplardaki kesitlere 5'er ve 10'ar dakika olacak şekilde sırasıyla kloroform, portakal yağı ve ökaliptol ile muamele edilmiştir. Çözücüler daha sonra distile su ile yıkanarak uzaklaştırılmış, hava spreyi ile kurutulmuş ve kesitlerin kanal boşlukları ProRoot MTA ve Biodentine ile doldurulmuştur. Nemli ortamda 21 gün bekletilmesinin ardından push-out testi ile örneklerin bağlanma dayanımları test edilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde üç yönlü Anova ve post-hoc Bonferroni testleri kullanılmıştır. Çözücülerin ve farklı uygulama sürelerinin ProRoot MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmazken, portakal yağının 10 dakika uygulanması sonrası Biodentine'in bağlanma dayanımının anlamlı olarak düştüğü sonucu elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Trikalsiyum silikat esaslı simanlar, gütaperka çözücü

Destekleyen kurumlar: H.Ü.B.A.B, Destek Projesi (THD-2016-8680)

ABSTRACT

Arıker, İ. Effect of different gutta-percha solvents on push-out bond strength of tricalcium silicate based cements. Hacettepe University Faculty of Dentistry Department of Endodontics, Specialization Thesis, Ankara 2016

The aim of this study was to evaluate the effect of three different gutta percha solvents and their different application times on the push-out bond strengths of ProRoot MTA and Biodentine. 80 single rooted mandibular premolar teeth with no cracks, fractures and resorption on the root surfaces were used. After removal of crowns, root canals were prepared by using ProTaper rotary nickel titanium system and then a standard diameter was obtained with peeso-reamers. Following preparation of root canals, two hundred and forty 1-mm-thick midroot sections were obtained. These dentin slices were divided into two groups according to the filling material. Group 1: ProRoot MTA, Group 2: Biodentine. These groups were randomly assigned into 3 different subgroups according to gutta-percha solvents. In these three subgroups, randomly assigned dentin slices were treated with the following solvents: Chloroform, eucalyptol and orange oil. Within each subgroup, the specimens were further divided into two and solvents were applied for either 5 or 10 minutes (min). Thereafter, solvents were removed by irrigating with distilled water and the slices were dried with air spray. The root canal spaces of each slice were filled either with ProRoot MTA or Biodentine according to their groups. The push-out bond strength values were measured after 21 days. Data were analyzed using three way ANOVA with Bonferroni correction $p = 0.05$. The solvents and their application times didn't statistically affect the bond strength of ProRoot MTA and Biodentine but for the subgroup treated with orange oil for 10 min, the push out bond strength of Biodentine was reduced significantly ($p < 0.05$).

Key words: Tricalcium silicate based cements, Gutta-percha solving

Supported by H.Ü.B.A.B, Project Support (THD-2016-8680)

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesini Gerektiren Durumlar	4
2.2. Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Yöntemleri	6
2.2.1. Kök Kanal Dolgu Maddesinin Mekanik Yöntemlerle Uzaklaştırılması	7
2.2.2. Gütaperkanın Isıtılmış Enstrümanlar Yoluyla Uzaklaştırılması	9
2.2.3. Gütaperkanın Kimyasal Yöntemlerle Uzaklaştırılması	10
2.3. Kalsiyum Silikat Esaslı Simanlar	16
2.3.1. Mineral Trioksit Agregat (MTA)	17
2.3.2. EndoSequence Root Repair Material (ERRM)	19
2.3.3. Calcium Enriched Mixture (CEM)	20
2.3.4. Bioaggregate (BA)	21
2.3.5. Biodentine	22
2.4. Bağlanma (Adezyon)	24
2.4.1. Kök Kanalına Bağlanmayı Etkileyen Faktörler	24
2.4.2. Kalsiyum Silikat Esaslı Materyallerin Bağlanma Dayanımları	26
2.4.3. Bağlanma Dayanımının Ölçülmesinde Kullanılan Yöntemler	28
2.5. Taramalı Elektron Mikroskobu	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM	30
3.1. Diş Seçimi	31
3.2. Kök Kanalı'nın Şekillendirilmesi	32
3.3. Kesitlerin Hazırlanması	34
3.4. Dentin kesitlerine gütaperka çözücü solüsyonların uygulanması	36

3.5. Dentin kesitlerinin ProRoot MTA ve Biodentine ile doldurulması	37
3.5.1. Örneklerin ProRoot MTA ile Doldurulması	37
3.5.2. Örneklerin Biodentine ile doldurulması	38
3.6. ProRoot MTA ve Biodentine'in Dentine Bağlanma Dayanımlarının Ölçülmesi	39
3.7. Örneklerin SEM ile incelenmesi	41
3.7. İstatistiksel Analiz	43
4. BULGULAR	44
4.1. Simanların bağlanma dayanımına etkisi	44
4.2. Çözücülerin Bağlanma Dayanımına Etkisi	45
4.3. Sürenin Bağlanma Dayanımına Etkisi	48
4.3. SEM Analizi Bulguları	49
5. TARTIŞMA	54
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR	65
EKLER	79
Ek-1	79

SİMGELER VE KISALTMALAR

AAE	American Association of Endodontics (Amerikan Endodonti Birliği)
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry (Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği)
ACGIH	The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Hükümete Bağlı Endüstriyel Hijyenistler Amerikan Konferansı)
FDA	U.S. Food and Drug Administration (Amerikan Gıda ve İlaç Kurumu)
mg	Miligram
m³	Metreküp
%	Yüzde
µm	Mikrometre
nm	Nanometre
mm²	Milimetre kare
ml	Mililitre
Ca	Kalsiyum
P	Fosfor
Mg	Magnezyum
Au	Altın
Pd	Palladyum
MTA	Mineral Trioksit Agregat
CEM	Calcium Enriched Mixture
ERRM	EndoSequence Root Repair Material
BA	Bioaggregate
pH	Power of Hydrogen
NaOCl	Sodyum hipoklorit
EDTA	Etilendiamin tetra asetik asit
MPa	Megapascal
N	Newton
SEM	Scanning Electron Microscope (Taramalı Elektron Mikroskobu)

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2. 1. MTA ve Biodentine'in farklı koşullar altında bağlanma dayanımlarının incelendiği çalışmalarda bulunan değerler	27
Tablo 3. 1. Çalışmada kullanılan diş örneklerinin gruplara göre dağılımı	36
Tablo 4. 1. Simanların çözücülerin ve sürenin etkisinden bağımsız olarak bağlanma dayanımlarının tanımlayıcı istatistiksel verileri	44
Tablo 4. 2. Simanlardan ve sürelerden bağımsız çözücülerin bağlanma dayanımına etkisi	45
Tablo 4. 3. ProRoot MTA ile doldurulan örneklerin bağlanma dayanımı değerlerine dair tanımlayıcı istatistiksel veriler	47
Tablo 4. 4. Biodentine ile doldurulan örneklerin bağlanma dayanımı değerlerine dair tanımlayıcı istatistiksel veriler	48
Tablo 4. 5. Uygulama süreleri ve çözücülerin bağlanma dayanımına etkilerinin tanımlayıcı verileri	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. Çalışmada kullanılan ProRoot MTA ve Biodentine	31
Şekil 3. 2. Çalışmamızda kullanılan gütaperka çözücü solüsyonlar.	31
Şekil 3. 3. Kullanılacak dişlerin deney aşamasından önce alınan radyografları	32
Şekil 3. 4. Deney aşamasından önce kronları uzaklaştırılan diş örnekleri	33
Şekil 3. 5. ProTaper Universal döner eğe sistemi	33
Şekil 3. 6. Dişlerin soğuk akril içerisine gömülmesi	34
Şekil 3. 7. Çalışmada kesit alma aşamasında kullanılan Isomet 4000 cihazı	35
Şekil 3. 8. Kesit alma prosedürü ve alınan dentin kesitlerinin kalınlığının ölçülmesi	35
Şekil 3. 9. Dentin kesitlerine gütaperka çözücülerin uygulanması	37
Şekil 3. 10. 0,5 gr'lık paket halindeki ProRoot MTA tozu ve kapsül içerisindeki likiti	38
Şekil 3. 11. Örneklerin MTA ve Biodentine ile doldurulması	38
Şekil 3. 12. Kapsül içerisinde bulunan Biodentine tozu ve likiti	39
Şekil 3. 13. Çalışmada kullanılan Universal Test Cihazı	40
Şekil 3. 14. Şeffaf akrilden kalıp, push-out test düzeneği ve yüklemenin kesitlere uygulanması	41
Şekil 3. 15. SEM incelemesi öncesi yüzey hazırlığının yapıldığı vakum cihazı	42
Şekil 3. 16. Çalışmada kullanılan SEM cihazı	43
Şekil 4. 1. Kök kanalı ProRoot MTA ve Biodentine ile doldurulan grupların push-out testi sonuçlarının karşılaştırıldığı kutu-çizgi grafiği	45
Şekil 4. 2. ProRoot MTA kontrol grubuna ait adeziv tipte başarısızlığın izlendiği SEM görüntüleri	50
Şekil 4. 3. Biodentine kontrol grubuna ait SEM görüntüleri A,B. Koheziv kırılma sonrası dentin yüzeyinde izlenen Biodentine kalıntıları	50
Şekil 4. 4. Dentin yüzeyine 5 ve 10 dakika kloroform uygulanan gruplara ait SEM görüntüleri	51
Şekil 4. 5. Dentin yüzeyine 5 ve 10 dakika okaliptol uygulanan gruplara ait SEM görüntüleri	52

Şekil 4. 6. Dentin yüzeyine 5 ve 10 dakika portakal yağı uygulanan gruplara ait SEM görüntüleri

1. GİRİŞ

Tıp ve diş hekimliğindeki son gelişmeler, doku ve organ kayıplarının önüne geçilmesi ve var olan biyolojik yapıların tedavi edilerek korunması üzerinde yoğunlaşmıştır. Günümüz modern diş hekimliğinde, diş çekimleri, tamamen ümitsiz vakalarda son çare haline gelmiş ve endodontik tedaviye olan talep artmıştır. Endodontik tedavinin temel amacı, kök kanalını temizleyip şekillendirmek ve üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurarak dişin fonksiyonunu korumaktır (1,2). Ancak kök kanal anatomisinin karmaşık yapısı, ısrarcı enfeksiyonlar, tedavi sırasında meydana gelen işlemsel hatalar, ilerleyen dönemde koronal sızıntı meydana gelmesi gibi nedenler endodontik tedavinin başarısızlığına neden olabilmektedir. Literatürde, bir dişe ilk kez uygulanan kanal tedavisinin %14-16 oranında başarısızlıkla sonuçlandığı bildirilmiştir (3,4). Başarısızlık durumunda vaka tekrar değerlendirilerek; dişin çekilmesi, bir süre takip edilmesi ya da tedavinin yenilenmesi seçenekleri arasından en uygun endikasyona karar verilmelidir.

Bu tedavi seçeneklerinden olan tekrarlayan kök kanal tedavisi (veya kök kanal tedavisinin yenilenmesi, *retreatment*), daha önceden uygulanan kanal dolgusunun uzaklaştırılması, başarısızlığa neden olan etkenin ortadan kaldırılması ve kök kanal sisteminin yeniden doldurulması işlemidir. Endodontik tedavide başarısızlık söz konusu olduğunda; periodontal desteğin yeterli olduğu ve restore edilebilir durumdaki dişlerde, uzun dönem sonuçlar da göz önünde bulundurularak tedavinin yenilenmesi en uygun çözüm olacaktır (4).

Kök kanal tedavisinin yenilenmesi cerrahi ya da cerrahi olmayan yolla yapılabilir. Tedavi planı cerrahi olmayan kök kanal tedavisi yenilemesi olduğunda, bir önceki tedavide kullanılan kanal dolgu materyalinin tamamen uzaklaştırılmasının ardından başarısızlığa neden olan etkenin ortadan kaldırılması ve yeniden 3 boyutlu sızdırmazlığı sağlayacak şekilde kanalın apikal ve koronal yönden tıkanması hedeflenir (5).

Tekrarlanan kanal tedavisi prosedürü önceki kanal dolgusunun uzaklaştırılmasıyla başlar. En çok kullanılan temel kök kanal dolgu maddesi, kanal dolgu patlarıyla birlikte kök kanalına yerleştirilen gütaperkadır. Gütaperkanın kanaldan uzaklaştırılması için üç yöntem tarif edilmiştir:

1. Kanal dolgusunun kanal enstrümanları kullanılarak kök kanalından mekanik olarak uzaklaştırılması (6-9),
2. Kanal dolgusunun ısıtılmış enstrümanlar kullanılarak yumuşatılıp kök kanalından uzaklaştırılması (10,11),
3. Kanal dolgusunun kimyasal çözücü olarak kullanılarak kök kanal sisteminden uzaklaştırılması (12-14).

Kanal dolgusu uzaklaştırılıp etken ortadan kaldırıldıktan sonra kanalın sızdırmaz ve kalan diş dokusunu destekler şekilde doldurulması gerekir. Kök kanal dolgusu aşamasında, kökte perforasyon ve rezorpsiyon alanları bulunan vakalarda, bu alanların kapatılması öncelikli işlem olup böyle durumlarda geleneksel kök kanal dolgu materyalleri yetersiz kalabilir. Bu durumda, modern endodontide sıkça kullanım alanı bulmaya başlayan trikalsiyum silikat esaslı materyaller daha uygun birer seçenek haline gelebilir. Bu materyallerin başında gelen mineral trioksit agregat (MTA) ve Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-fosses, Fransa) cerrahi olmayan kök kanal tedavisi yenilenmesi işlemlerinde perforasyon tamiri (15,16), açık apeksli dişlerde apikal bariyer oluşturulması (17) ve özellikle de dentinin oldukça kırılğan hale geldiği vakalarda kök kanalının doldurulmasında (18) kullanılabilir. Bu materyallerin üstün fiziksel ve biyolojik özellikleri pek çok çalışmayla kanıtlanmıştır (19-22). Ancak kök dentini üzerine uygulanan işlemler bu materyallerin başta bağlanma dayanımı olmak üzere bazı özelliklerini etkileyebilir. Geçmişte kanal içi medikament uygulamasının (23) ve irrigasyon protokollerinin (24-26) kalsiyum silikat esaslı materyallerin bağlanma dayanımı üzerine etkisi araştırılmış olsa da, gütaperka çözücü solüsyonlar uygulanmış dentin üzerine uygulandıklarında bağlanma dayanımlarının nasıl etkilendiği henüz tam olarak bilinmemektedir. Kök kanal dolgusunun sızdırmazlığı ve tedavinin başarısı kanal içerisine uygulanan

materyallerin dentinle iyi bir şekilde bağlanmasına bağlıdır ve bu bağlantıyı etkileyen faktörleri bilmek, klinik uygulamaları doğrudan etkileyecektir.

Bu çalışmada, ProRoot MTA ve Biodentine'in üç farklı gütaperka çözücü solüsyon ile muamele edilen kök kanal dentini ile yaptığı bağlantının test edilmesi ve elde edilen değerlerin hiçbir solüsyonla muamele edilmemiş olan dentin yüzeyi ile oluşan bağlanma değerleriyle karşılaştırılması planlanmaktadır. Sonuç olarak, gütaperka çözücülerin ProRoot MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımını nasıl etkilediğini gözlemlenmesi ve push-out testi sonrası meydana gelen kopmanın sınıflandırılabilmesi için örneklerin taramalı elektron mikroskobu ile incelenmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesini Gerektiren Durumlar

Kök kanal tedavisinin amacı kök kanal sistemini, hasar görmüş diş pulpası, nekrotik artıklar ve mikroorganizmalardan temizleyip kök kanalını üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurmak ve dişin fonksiyonunu devam ettirecek şekilde semptomsuz olarak ağızda tutulmasını sağlamaktır (27). Kök kanal tedavisinin başarı ve başarısızlığı, klinik ve radyografik takiplerle elde edilen bulgularla değerlendirilir. Dişin fonksiyonunun normale dönmesi, hastanın klinik olarak şikayetin bulunmaması, radyografik olarak ise periradiküler dokuların sağlıklı görünümde olması ve kemik iyileşmesinin sağlanması durumunda endodontik tedavinin başarıya ulaştığından söz edilebilir.

Endodontik tedavinin değerlendirmesi yapılırken başarı ve başarısızlık terimi ilk defa 1956 yılında Strindberg (28) tarafından kullanılmış ve periodontal sınırların radyografik olarak normal sınırlar, genişlik ve şekilde olması olarak ifade edilmiştir. 1966 yılında Bender ve diğerleri (29) de endodontik başarı terimini ağrı ve şişliğin geçmesi, fistülün yok olması, fonksiyon kaybının ve doku yıkımının olmaması olarak tanımlamıştır. Friedman (30) ise başarı/başarısızlık terimi yerine iyileşme ve hastalık terimlerini kullanmış ve periradiküler dokuların klinik ve radyografik olarak normal görünümüne kavuşmasını iyileşme olarak tanımlamıştır.

Güncel olarak incelendiğinde ise kök kanal tedavisinin başarısının ya da iyileşmenin değerlendirilmesi dört boyutlu olarak yapılır ve bu değerlendirme kriterleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Pulpal ve periapikal hastalığın kaybolması, ağrının ortadan kalkması ve dişin fonksiyonuna kavuşmasının fiziksel ve fizyolojik olarak değerlendirilmesi,
2. Dişin ağızda tutulabildiği sürenin değerlendirilmesi,
3. Uygulanan tedavinin doğrudan ve dolaylı olarak ekonomik açıdan ele alınması,

4. Hastanın beklentisini karşılayıp karşılamadığının ve yaşam kalitesinin nasıl etkilendiğinin sorgulanması (31).

Bütün bu değerlendirmelerin ışığında, kök kanal tedavisiyle ilgili yetersizlik söz konusu olduğunda, izlenebilecek yaklaşımlar şu şekilde olabilir:

1. Hiçbir işlem yapılmadan dişin takip edilmesi,
2. Kök kanal tedavisinin cerrahi işlem içermeden yenilenmesi,
3. Kök kanal tedavisinin cerrahi işlem içeren yenilenmesi,
4. Dişin çekimi.

Tedavi planı, vakanın durumuna ve hastanın beklentisine göre yapılmalıdır. Bu konuda Amerikan Endodonti Birliği (AAE), 2013 yılında hazırladığı klinik rehberde cerrahi işlem içermeyen kök kanal tedavisi yenileme endikasyonlarını şu şekilde sıralamıştır (32):

1. Periradiküler patolojinin devam etmesi ve bununla birlikte dişin semptomatik olması,
2. Endodontik tedavi sonrası devam eden periradiküler patoloji ya da semptomlara radyografik olarak yetersiz doldurulmuş kanalların eşlik etmesi,
3. Hastada ısrarcı semptomların bulunması,
4. Önceki kanal tedavisinin, yapılacak olan restoratif ve protetik işlemi riske sokması,
5. Endodontik tedavi sonrası kök kanal sistemine bakteri sızıntısı şüphesi.

Doğru endikasyon konmasının ardından, başarısızlığa neden olan etkenin ortadan kaldırılması ve uygun materyallerle iyi bir sızdırmazlık sağlanması durumunda beklenen sonuç dişin uzun yıllar fonksiyonunu devam ettirmesi olacaktır. Kanal tedavisi yenilenmesi işlemi sonrası yüksek başarı oranları elde edildiği ve dişin ağızda kalma süresinin oldukça uzun olduğu farklı çalışmalarda bildirilmiştir (33,34).

2.2. Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Yöntemleri

Kök kanallarının ideal şekilde temizlenmesi ve şekillendirilmesinin ardından sızdırmaz bir şekilde doldurulması başarılı bir kanal tedavisi için önem taşır. Kök kanalının tam bir tıkama ile doldurulma sebepleri arasında; bakterilerin, ağız içi sıvıların ve doku sıvısının kök kanalına girişini engellemek, kök kanal dezenfeksiyonu sonrası kanal içinde kalması olası olan bakterilerin büyümesini, çoğalmasını ve bu bakterilerin toksinlerinin periradiküler dokulara geçmesini önlemek sayılabilir (35). Bu amaçları ideal şekilde sağlamak günümüzde mümkün olmasa da kor materyaller ve kanal dolgu patlarının birlikte kullanımıyla optimum koşullar sağlanmaya çalışılmaktadır.

Gütaperka, günümüzde en sık kullanılan kor materyalidir. Toksisitesinin az olması, oldukça biyouyumlu bir madde olması, uygulama kolaylığı, radyopak olması gibi avantajlarının yanında, kök kanalından uzaklaştırılmasının diğer kor materyallere oranla daha kolay olması tercih edilme sebepleri arasındadır (36).

Kanal dolgusunun uzaklaştırılması gerektiği durumlarda, giriş kavitesi uygun şekilde açıldıktan sonra gütaperka kanal ağızlarında görülebilir duruma geldiğinde ısı uygulamasıyla, kimyasal solüsyonlarla ya da mekanik enstrümantasyon yoluyla kanaldan uzaklaştırılabilir. Bir el aleti ateşle ısıtılarak gütaperka üzerine uygulanabileceği gibi, devamlı ısı kaynağı olan sistemler de bu amaçla kullanılabilir (10). Ancak ısı kullanımı, plastik taşıyıcı bulunmadığı durumlarda uygulanabilecek bir yöntemdir (37). Ayrıca, ısı uygulaması kökte fazla ısı artışına neden olup periodontal ligamentte hasar oluşturma riski taşıdığından hassasiyet gerektirir (38).

Kanal dolgusunu kimyasal yolla uzaklaştırmak amacıyla kullanılan organik çözücülerin başında kloroform gelir (13). Kloroform, en etkili gütaperka çözücü solüsyondur, fakat karsinojen olup olmadığı konusunda tartışmalar mevcuttur ve kloroforma alternatif olabilecek başka solüsyonlar da araştırılmıştır (39,40). Bunlar arasında ökaliptol, çam yağı, portakal yağı gibi yağlar, ksilen ve halotan gibi çözücüler bulunur. Bu solüsyonların fayda ve zararları göz önüne alınarak işlem

sırasındaki etkinlikleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileri arasında denge kurulmalıdır.

2.2.1. Kök Kanal Dolgu Maddesinin Mekanik Yöntemlerle Uzaklaştırılması

Tekrarlayan tedavilerde, güta-perka; el aletleri, döner enstrümanlar ve ultrasonik eğeleme ile uzaklaştırılabilir. Bu yöntemler zaman almasına ve bazı durumlarda yetersiz kalmasına rağmen ilk başvuru ve çoğunlukla diğer seçeneklerle kombine kullanılan yöntemlerdir (41).

El Aletleri ile Kök Kanal Dolgu Maddesinin Uzaklaştırılması

Bu teknikte ince K tipi eğe ve reamerlar kullanılır. Kondanse edilmiş güta-perkanın yanından eğeleme hareketi ile geçilerek apikal bölgeye ulaşmaya çalışılır. Oluşturulan boşluk daha sonra K ve H tipi eğelerle genişletilir ve eğeleme hareketi ile güta-perka uzaklaştırılır. İyi kondanse edilmemiş kanallarda K tipi eğe ile oluşturulan boşluğa H tipi eğe vidalama hareketi ile yerleştirilip yavaşça çekilerek güta-perka uzaklaştırılabilir (42). İyi kondanse edilmiş kanallarda bu teknik tek başına yetersiz kalabilmektedir. Bu aşamada yeni bir eğe olan C+ file (Dentsply Maillefer) kullanılabilir. Eğenin özelliği kesici bir uçla sonlanması ve rijit bir eğe olmasıyla, daha esnek olan K tipi eğelere göre güta-perkaya daha iyi adapte olabilmesidir. Eğenin rijiditesinin geleneksel K tipi eğelerden daha fazla olmasının sebebi, shaft kısmı boyunca taper açısının değişken olmasıdır (31). Eğri kanallardan güta-perka uzaklaştırmada sadece paslanmaz çelik el aletlerini kullanmak basamak oluşumu ve transportasyona yol açabilir (43). Gerekli durumlarda el aletleri, ısı ile ya da çözücülerle birlikte kullanılmalıdır.

Taşkın olan bir kanal dolgusu sökülürken, yeni bir H tipi eğe apikal foramenden 0,5-1 mm çıkacak şekilde saat yönünde dikkatlice döndürülerek güta-perkaya vidalanır. Düz bir şekilde hiç rotasyon yapmadan yavaşça kanaldan çıkarılır (44). Bu yöntem sıklıkla işe yarar fakat kuvvet uygulanmamasına dikkat

edilmelidir aksi takdirde gütaperka kanaldan apikal yönde daha da uzaklaşabilir ya da işlem alet kırılmasıyla sonuçlanabilir (37).

Döner Aletlerle Kök Kanal Dolgu Maddesinin Uzaklaştırılması

İlgili dişe ilk kez uygulanan kanal tedavilerinde olduğu gibi tekrarlayan kanal tedavilerinde de döner enstrümanlar tedaviyi kolaylaştırmak ve işlem süresini kısaltmak gibi avantajlar sağlar (45,46). Ayrıca gütaperkayı uzaklaştırmada da oldukça verimli ve etkili oldukları savunulmaktadır (42). Başlangıç tedavisi için üretilen döner ege sistemlerinin, kanaldan gütaperka uzaklaştırılması sırasında da kullanılması önerilse de bu aşamada aynı eğerin kullanılmasının kanal duvarlarından gütaperkayı yeterince uzaklaştıramadığı ve şekillendirilmeyen kanal duvarlarının kaldığı bildirilmiştir (47). Gütaperka uzaklaştırılması için uygun döner ege sistemleri arasında, ProFile (Dentsply), Canal Finder (Endo Technique Co., Tustin CA), GPX (Brasseler ABD), ProTaper Universal Retreatment Files (Dentsply), Mtwo R (Sweden and Martina, Due Carrare, İtalya), Quantec SC (Tycom, Irvine, CA, ABD), D-RaCe (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) sayılabilir. Bu sistemler, gütaperkaya penetre olup keserek ve aynı zamanda sürtünmeden dolayı ortaya çıkan ısıyla da bir miktar yumuşatarak gütaperkayı uzaklaştırırlar (31). Bu özel retreatment eğerleri gütaperkaya daha iyi penetre olabilmeleri amacıyla kesici uçlu olarak üretilmişlerdir.

Döner aletler ve el aletlerinin kanalı temizleme ve gütaperkayı uzaklaştırma etkinliğine bakıldığında, pek çok çalışmada arada anlamlı fark bulunmamıştır (7,9,43,45,48). Ayrıca, hangi döner ege sistemi kullanılırsa kullanılsın, kanal duvarları, gütaperkanın tamamen uzaklaştırılıp uzaklaştırılmadığını anlamak için el eğerleriyle kontrol edilmelidir.

Döner ege sistemlerinin en önemli dezavantajlarından biri ege kırılma riskidir. Kanaldan mekanik yolla gütaperka uzaklaştırılması konusundaki pek çok çalışmada ege ve kök kırıklarının oluştuğuna rastlanmıştır (46,49-51). Eğerin kesici uçla sonlanmasının ve uygun *flüte* dizaynına sahip olmasının ege ve kök kırıklarının önüne geçilmesini önleyeceği bildirilmiştir (31). Bramante ve Betti (49), gütaperka

uzaklaştırmada Quantec döner eğe sisteminin etkinliğini araştırdıkları çalışmada, enstrümanın dönme hızının 350 rpm'den 1500 rpm'e çıkarılmasının eğenin kırılma riskini azalttığını belirtmişlerdir.

2.2.2. Gütaperkanın Isıtılmış Enstrümanlar Yoluyla Uzaklaştırılması

Koronal dolgu tamamen uzaklaştırılıp kanal ağızları ortaya çıktığında, kanallardaki gütaperka bir sond yardımıyla kontrol edilmelidir. Eğer plastik taşıyıcı bir gütaperka sistemi kullanılmışsa kök kanalına ısı uygulanmamalıdır. Plastik taşıyıcı yoksa bir el aleti ateş ile ısıtılıp koronal gütaperkaya uygulanmalı ve ısınıp yumuşayan gütaperka kanaldan adım adım uzaklaştırılmalıdır (31). El aleti ateş ile ısıtıldığında, aletin hızla soğuması ve gütaperkaya uygulayana kadar geçen kısa sürede bile ısının etkinliğinin azalması bu yöntemin dezavantajıdır. Bu nedenle günümüzde, System B (SybronEndo, Orange, CA) ve Touch'n Heat (SybronEndo, Orange, CA) gibi ısı kaynakları kullanılmaktadır. Isıyı belli bir derecede sürekli sabit tutan bu sistemler, uygun uçlarla koronal gütaperkanın ısıtılarak yumuşatılması amacıyla kullanılmaktadır. Bu sistemlerin ısıyı kanala iletecek olan ucu koronal bölgedeki gütaperkaya uygulanır ve soğuyana kadar beklenir. Geri çekildiğinde aletin ucunda gütaperka parçacıkları görülür. Bu işlem gütaperka gelmeyene kadar tekrarlanır. İlk yapılan tedavide yetersiz koronal genişletme yapılmış olması ihtimali olduğundan ve ısı yoluyla gütaperkanın tamamı uzaklaşmamış olabileceğinden, koronal bölgedeki kanal duvarlarında kalabilecek gütaperka parçacıkları gates-glidden frezleriyle uzaklaştırılabilir. Ancak, aşırı genişletme yapılarak kanal duvarlarının zayıflatılmasından kaçınılmalı ve gates-glidden frezler kurvatürün tersi yönünde kullanılmalıdır (31). Ayrıca, periodontal ligamenti zedelememek amacıyla aşırı ısı uygulamasından kaçınılmalı ve ısının derecesi kontrol edilmelidir (52,53). Isı taşıyıcı sistemler, uçlarının dizaynı nedeniyle kanal içinde çok derine penetre olamazlar, bu nedenle geniş ve nispeten düz kanallarda kullanılmaları daha uygundur. Çok dar ve eğimli kanallarda yeterli etkinlik sağlamaları beklenmez. Bu tip kanallarda kimyasal gütaperka çözücü solüsyonlar daha uygun bir seçenek olabilir.

2.2.3. Gütaperkanın Kimyasal Yöntemlerle Uzaklaştırılması

Daha önce kanal tedavisi uygulanmış bir dişte gütaperka iyi kondense edilmemişse, tekrarlayan tedavi sırasında gütaperkayı uzaklaştırmak oldukça kolay olabilir. Ancak sıkı kondense edilmiş gütaperkayı uzaklaştırmak için, özellikle de dar ve eğimli kanallarda ilave yöntemlere ihtiyaç duyulur. El aletleri ya da döner aletler ile gütaperkayı uzaklaştırmak başvurulan ilk yöntemler olsa da, yetersiz kaldıkları durumlarda ısı ya da kimyasal solüsyonlara başvurulmalıdır.

Gütaperkanın en çok kullanılan kanal dolgu materyali olmasının nedenlerinden biri doku sıvılarından etkilenmemesi fakat gerekli durumlarda özel kimyasallarda çözünebilmesidir. Bu kimyasallar; kloroform (13), metil kloroform (54), ökaliptol (55), halotan (12), turpentin (56), çam yağı, portakal yağı (57) ve ksilen (14) olarak sıralanabilir. Bu solüsyonların hepsi farklı derecelerde toksik olabilirler, bu nedenle retreatment sırasında kullanımlarından olabildiğince kaçınılmalı ve eğer kullanılacaklarsa dokularla temasları önlenmelidir.

Genel özellikleri şu şekilde incelenebilir:

Kloroform

Kloroform, triklorometan olarak da adlandırılabilen, yoğunluğu 1,48 g/cm³ olan, renksiz bir sıvıdır.1831 yılında Justus Liebig tarafından keşfedilmiş ve ilk defa 1848 yılında James Simpson tarafından anestezik olarak kullanılmıştır. İlk keşfedildiği yıllardaki kullanım alanı araştırıldığında cerrahi işlemlerde ve diş hekimliğinde anestezik olarak sıkça kullanıldığı bilgisine ulaşılmıştır. Anestezi etkinliği sağlayan doz ile öldürücü doz arasında büyük bir fark olmaması nedeniyle bir süre sonra anestezide kullanımı ortadan kalkmıştır.

Gütaperkayı hızlıca çözebilmesi nedeniyle tekrarlayan kanal tedavilerinde en çok kullanılan solüsyondur (58). Potansiyel karsinojen olması kullanımı konusunda tartışma yaratmaktadır. Ribeiro ve diğerleri (59), endodontik çözücülerin biyoyumluluğunu incelemişler ve kloroformun sitotoksik olduğunu bildirmişlerdir.

Amerikan Gıda ve İlaç Kurumu (FDA) tarafından da kloroform kanserojen bulunmuş ve kullanımının kısıtlanması önerilmiştir. Bu konudaki tartışmalar devam etmekle birlikte, kanal ağızlarına damlatılarak kullanıldığı ve vital dokularla temas etmediği için diş hekimliğinde gütaperka çözücü olarak kullanılması sakınca yaratmamaktadır (31). Ayrıca, alternatif solüsyonların kloroform kadar etkili çözücü olmamaları, kullanımlarını kısıtlamaktadır. Tamse ve diğerleri (60), kloroformun en etkili gütaperka çözücü olduğunu bildirmişlerdir. Hunter ve diğerleri (12) de benzer şekilde halotan ve ökaliptol ile kıyaslandığında kloroformun gütaperkayı çok daha etkili uzaklaştırdığını bildirmişlerdir.

Bütün avantajlarına rağmen kullanımı konusunda özen gösterilmeli ve tekrarlayan uygulamaların hekime ve yardımcı personele zarar verebileceği göz ardı edilmemelidir (61,62).

Metil kloroform

Kloroformun insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturma riski taşıması araştırmacıları alternatif gütaperka çözücü solüsyonlar üzerinde çalışmaya yönlendirmiştir. Dokular üzerinde nispeten daha az zararlı olması ve gütaperka çözme kapasitesinin iyi olması nedeniyle kloroforma iyi bir alternatif olarak metil kloroform kullanılması önerilmiştir (40). Metil kloroform, molekül ağırlığı 133,42 g/mol olan, yanmaz ve suda çözünmez renksiz bir bileşiktir. Gütaperkayı çözme yeteneği ksilen ve ökaliptolden daha fazladır, ancak kloroform kadar etkili değildir. Sağlık üzerindeki yan etkileri kloroformdan daha az olsa da, solüsyonun solunması hipotansiyona, santral sinir sisteminde depresyona ve karaciğer üzerinde hafif hasara neden olabilir. Kanserojen olması ile ilgili ise herhangi bir bilgi bulunmamaktadır (63).

Ökaliptol

Kimyasal formülü “1,8-cineole” olan, doğal esansiyel yağlardan olan okaliptüs yağından elde edilen renksiz bir solüsyondur. Gütaperkayı çözme etkinliği kloroforma oranla daha az olarak bilinir. Wennberg (40), çalışmasında ökaliptolün

gütaperka çözme etkinliğini kloroform ve metil kloroforma göre az bulmuştur. Uemura ve diğerleri (55) ise ökaliptolün gütaperkayı ve kanal dolgu patlarını çözmeye başarılı olduğunu ve buna ek olarak kloroformun taşıdığı zararlı etkileri buldurmadığını bildirmiştir. Fakat etkinliğinin artırılması için ısıtılması önerilebilir (39,40,60). Ökaliptolün, gütaperka çözücü özelliğiyle birlikte antibakteriyel özelliği de bulunur (64,65). Toksik etkileri ise ancak ağız yoluyla alındığında ortaya çıkar.

Halotan

Kimyasal formülü “2-bromo-2-chloro-1,1,1-trifluoroethane” olan hoş kokulu, uçucu bir hidrokarbondur. 1956’den beri inhalasyon anesteziğinde kullanılmaktadır. Kloroformun aksine solunduğunda dokuları irrite etmez fakat solunum sistemini baskılayabilir. Uçucu olması gütaperka çözücü solüsyonlar için istenen bir özelliktir. Böylece periapikal dokulara penetre olup ya da kan dolaşımına katılıp irritasyon yaratamazlar. Halotan da bu özelliğiyle avantajlı olsa da uçuculuk derecesi yüksek olduğundan, gütaperkayı yeterince yumuşatmadan ortamdan uzaklaşabilir ve beklenen etkinliği sağlayamaz. Yapay kök kanallarındaki gütaperka üzerine damlatılan halotanın 21 saniyede buharlaştığı bildirilse de (12) çok daha kısa sürede buharlaştığını gösteren çalışmalar da vardır (65). Uçuculuğunu azaltmak için polietilen glikol gibi maddelerle birlikte kullanıldığında bile, etkinliğini tamamlamadan ortamdan uzaklaştığı rapor edilmiştir (65).

Turpentin Yağı

Genellikle canlı çam ağaçlarından elde edilen reçinenin distilasyonu ile üretilir. Gütaperka çözücü olarak kloroforma alternatif olması önerilmiştir fakat toksisitesi kloroformdan daha fazladır (66). Gütaperkayı vücut sıcaklığında çözebilir fakat yavaş etki gösterir. Kloroforma yakın etkinlik gösterebilmesi için 160°F’ a kadar ısıtılması ve gütaperkayı yumuşatması için bir süre beklenmesi önerilmiştir. Isıtılan turpentin yağı bir enjektör yardımıyla kanala yerleştirilir ve gütaperkayı çözmesi için birkaç dakika beklenir. Koronal birkaç milimetredeki gütaperka yumuşadıktan sonra bir el aleti yardımıyla kanaldan çıkarılır. Soğuyan turpentin yağı ise aspiratörle çekilir ve ısıtılmış yeni solüsyon kanala uygulanır. Bu işlem hasta

başında daha uzun zaman gerektirir ve ısıtma işlemine rağmen çözücünün etkisi zayıftır (56). Ayrıca turpentin yağının keskin kokusu klinisyen ve hasta tarafından tolere edilemeyebilir (31).

Ksilen

Uçucu, organik hidrokarbonlardandır. Geçmişte yaygın klinik kullanımı olmasına ve karsinojenik özelliği bulunmadığı bildirilmesine rağmen oldukça yüksek toksisitesi olabilen bir solüsyondur (67). Kloroformla kıyaslandığında gütaperka çözme etkinliği daha azdır (13). Ökalyptolde olduğu gibi ısıtıldığında etkinliğinin arttığı bildirilmiştir (39). Uçuculuğu, kloroformla kıyaslandığında oldukça azdır. Geçmişte, yavaş etki göstermesi nedeniyle gütaperkaya muamele edildikten sonra kanal içinde bir seans bekletilmesi de önerilmiştir (60). Diğer organik bileşikler gibi, vücuttaki koruyucu yağ dokusunda kolayca çözünür ve zararlı etkiler gösterebilir (68). Ksilenin buharlaşması uzun zaman aldığından dokulara penetre olma olasılığı diğer çözücülerden daha fazladır ve zararlı etkileri bu yolla ortaya çıkar. Gütaperkayı çözmede daha güçlü ve dokulara daha az zararlı alternatifleri olduğundan kullanımı oldukça kısıtlıdır.

Portakal Yağı

Bir çeşit esansiyel yağdır ve portakal meyvesinin kabuğundan elde edilir. İçeriğinin %90'dan fazlası *d-limonen*'dir. Kloroform, halotan, ökalyptol ve ksilene oranla biyo-uyumluluğu daha fazladır (69). Gütaperkayı ve patları çözme etkinliği ksilenle benzerlik gösterir (65). Bazı çalışmalarda gütaperka çözücü etkisi kloroform ve ökalyptol ile kıyaslanmış ve arada fark bulunmamıştır (70). Biyo-uyumluluk bakımından şimdiye kadar bahsedilen solüsyonlardan daha üstündür ve gütaperka çözücü olarak iyi bir alternatif olabilir.

Gütaperka çözücü solüsyonların kanal içine uygulanması

Gütaperka çözücü solüsyonlar, kanal ağzına damlatılarak gütaperkayı yumuşatana kadar beklenir ve mekanik yöntemlerden biri kullanılarak yumuşayan

gütaperka kanaldan uzaklaştırılır. Eğer gerekliyse gates-glidden frezlerle kanal ağzında solüsyon için bir rezervuar oluşturulabilir. K tipi bir ege yardımıyla, yumuşamış olan gütaperkanın yanından geçilir ve kanalda diğer eğerler için boşluk oluşturulur. Özellikle dar ve eğimli kanallarda eğerlerin fazla dirençle karşılaşmaması ve kırılma riskinin azaltılması amacıyla çözücülerin kullanılması tavsiye edilir. Bunun yanı sıra gütaperkanın çok iyi kondanse edildiği vakalarda kanal tedavisi yenilenmesi sırasında mekanik yöntemler yetersiz kalabilmektedir. Bu amaçla üretilen el eğerleri ve döner ege sistemleri olsa da kanalda fazla stres oluşturmamak, ege kırıklarının ve kökte çatlak oluşturma riskinin önüne geçmek amacıyla da solüsyonlardan yardım alınabilir.

Gütaperka çözücü solüsyonların toksisitesinin değerlendirilmesi

1993'te Hükümete Bağlı Endüstriyel Hijyenistler Amerikan Konferansı (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)'nda kloroform, halotan ve ksilen için sağlık açısından risk oluşturacak limit değerler; kloroform için 49 mg/m³, halotan için 404 mg/m³ ve ksilen için 434 mg/m³ olarak bildirilmiştir. Bu değerler haftada 5 gün ve günde 8 saat bu solüsyonlara maruz kalabilecek tüm çalışanlar için belirtilen üst limitlerdir (71). Chutich ve diğerleri (61) bu solüsyonların inhalasyon yoluyla alındığını varsaydığına, sağlıklı bir yetişkinin günde 13 m³ hava soluduğunu ve bunun 8 m³'ünün soluk alışverişiyle sürekli değiştiğini hesaplamıştır. Bir kişinin bir günde maruz kalabileceği zararsız en üst limiti kloroform için 392 mg, halotan için 3232 mg, ksilen için 3472 mg olarak bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada ise *in vitro* koşullarda kanal tedavisi yenileme prosedüründe; 0,32 mg kloroform, 0,35 mg halotan ve 0,22 mg ksilen kullanılmıştır. Bu miktar, zararlı dozun çok altındadır. Fakat sadece bir işlemde bu miktara ulaşıldığını, birden fazla kanal tedavisi yenilendiğinde bu miktarın üzerine çıkılacağına hesaba katılması gerektiğini belirtmişlerdir (61). Ayrıca, toksik etkilerin doza bağlı olduğu kadar kişinin bağışıklık sistemine de bağlı olduğu unutulmamalı ve vaka seçimi dikkatle yapılmalıdır.

Gütaperka çözücü solüsyonların dentin üzerindeki etkileri

Dentin, dişin kron bölgesinde mine, kök bölgesinde sement dokusu ile çevrelenmiş olan, içerisinde pulpa kaynaklı sinir lifi uzantıları bulunduran tübüler yapıdaki diş dokusudur. Dentinin ağırlıkça % 70'i inorganik bileşenlerden oluşur. Ağırlıkça %95 mineral bulunan mineden daha az, % 65 mineral bulunan kemik dokusundan daha fazla mineralize olmuştur. İnorganik matriksin dentindeki hacimsel oranı ise % 40-45'tir. Tip 1 kollajen başta olmak üzere, kütlesinin %20'si, hacminin ise % 30'u organik matriksten oluşur. Yapısının kalan kütlece %10'luk kısmını ise su oluşturur (72). Dentin dokusu sıklıkla kemik dokusuna benzetilse de, içerisinde vasküler yapı bulundurmaması kemikten en büyük farkı olarak bildirilmiştir (72).

Dentin, yapısında çapları 2-4 µm arasında değişen çok sayıda tübül içerir. Dentin tübüllerinin sayısı Schilke ve diğerlerinin (73) yaptığı çalışmada mm² başına 18.000-21.000 adet olarak bulunmuştur.

Restoratif diş hekimliğinde ve endodontide, dolgu materyallerinin bağlanacağı en kritik doku dentindir. Dolayısıyla dentin üzerine uygulanan işlemler, materyalin dentin yüzeyi ile yapacağı bağlantıyı doğrudan etkilemektedir. Erdemir ve diğerleri (58) istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da, kloroform uygulamasının dentindeki kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) seviyesini artırdığını rapor etmiştir. Aynı çalışmada, halotan kullanımının ardından P oranının azaldığı görülmüştür. Ayrıca, kloroform ve halotanın magnezyum (Mg) oranını belirgin şekilde artırdığını da bildirmişlerdir. Doğan ve diğerleri (74), ksilen, halotan, ökaliptol, portakal yağı ve kloroformu farklı sürelerde ve ısılarda uygulayarak dentindeki mineral değişikliğini araştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda, kullandıkları solüsyonların dentindeki mineral düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür.

Gütaperka çözücü solüsyonların, dentinin mikrosertliği üzerindeki etkisini inceleyen güncel bir çalışmada, kloroform ve ökaliptus yağının dentin mikrosertliğini anlamlı ölçüde azalttığı, ancak portakal yağının dentin mikrosertliğini olumsuz etkilemediği bildirilmiştir (75).

2.3. Kalsiyum Silikat Esaslı Simanlar

Diş hekimliğinde, özellikle de endodontide kullanılan materyallerde uygulandıkları bölge dolayısıyla en çok ortaya çıkan sorun sızıntıdır. Materyal araştırmaları bu alanda oldukça yoğun olmasına rağmen kök kanalına ideal bağlanma gösteren aynı zamanda dokularla uyumlu bir materyal uzun yıllar boyunca bulunamamıştır. Ayrıca, kullanılan materyalin ağız ortamındaki nemden, kan ve doku sıvılarından etkilenmemesi, boyutsal olarak stabil olması, renklenmeye sebep olmaması, antibakteriyel etki göstermesi, radyopak olması, biyoaktif ya da en azından biyo-uyumlu olması ve yeterli mekanik dayanıklılığa sahip olması beklendiğinden, tüm bu özelliklere sahip materyalin bulunması daha zor hale gelmiştir (76). 1990'lerden itibaren endodonti alanında yer edinmeye başlayan kalsiyum silikat içerikli materyaller modern endodonti anlayışına yeni bir bakış kazandırmış ve gittikçe artan kullanım alanı bulmaya başlamışlardır.

1993 yılında Loma Linda Üniversitesi tarafından tanıtılan MTA, kök ucu dolgularında ve lateral perforasyonların tamirinde kullanılabilecek bir materyal olarak ortaya çıkmıştır. Dr. Mahmoud Torabinejad tarafından portland çimentosu esas alınarak geliştirilmiş, 1998'de FDA tarafından patenti onaylanmış ve piyasaya sunulmuştur (77).

Biodentine ise 2009'da, MTA ile benzer özellikler taşıyan ve manipülasyonu da rahat olan bir kök ucu dolgu materyali olarak tanıtılmıştır. MTA ve Biodentine, ilk üretildiklerinde kök ucu dolgu materyali olarak tanıtılsalar da zamanla kök kanal tedavisinde pek çok aşamada üstün özellikler gösterdikleri bulunmuş ve kullanım alanları yaygınlaşmıştır. Günümüzde pulpa kaplamasında (78,79), pulpotomide (80,81), açık apeksli dişlerde apikal bariyer formasyonunda (82,83), kök perforasyonlarının tamirinde (22) ve kök kanalının doldurulmasında (18,84) kullanılmaktadırlar. MTA ile benzer özellikler taşıyan, manipülasyonu daha kolay olan ve kalsiyum ile güçlendirilmiş karışım anlamına gelen CEM (Bionique Dent, Tahran, İran) simanı da benzer klinik kullanım alanlarına sahiptir. Bu materyallere ek olarak yapısında kalsiyum silikat bulduran, fiziksel ve biyolojik bakımdan üstün özellikler taşıyan biyoseramik materyaller olan EndoSequence Root Repair Material

(ERRM; Brasseler, Savannah, GA) ve BioAggregate (Innovative BioCeramix, Vancouver, BC, Kanada) da perforasyon tamiri, pulpa kaplaması ve kök ucu dolgusu gibi işlemlerde kullanırlar.

Tüm bu kalsiyum silikat esaslı simanlar ve biyoseramikler birbirlerine göre kimi zaman üstün olsalar da benzer kullanım avantajları sayesinde güncel endodontik yaklaşımlarda önemli yer edinmişlerdir. Ayrı ayrı özellikleri ise şu şekilde incelenebilir:

2.3.1. Mineral Trioksit Agregat (MTA)

Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Sertleşme Mekanizması

MTA tozu, nem varlığında sertleşen hidrofilik partiküllerden oluşur. Temel içeriği trikalsiyum silikat, trikalsiyum alüminat, trikalsiyum oksit ve silikat oksittir. İçerik bakımından portland simanla benzerlik gösterir, her ikisinde de trikalsiyum silikat, trikalsiyum alüminat, kalsiyum silikat, alçı taşı ve tetrakalsiyum alüminoferrit bulunur; aradaki temel fark MTA'da potasyum yerine bizmut oksit olmasıdır (85). MTA'nın sertleşme zamanını belirleyen temel bileşen alçı taşıdır (86,87). Yapısında ayrıca eser miktarda silisyum oksit, kalsiyum oksit, magnezyum oksit, potasyum sülfat ve sodyum sülfat bulunur.

MTA, iki formda piyasaya sunulmuştur: Gri MTA ve beyaz MTA. Gri MTA ilk çıkan formudur fakat renklenme potansiyelinden dolayı daha sonra beyaz MTA geliştirilmiştir (88). Gri MTA temel olarak dikalsiyum silikat ve trikalsiyum silikattan oluşur. Beyaz MTA'da ise dikalsiyum silikat çıkarılmıştır (89). Beyaz MTA'da demir, magnezyum ve alüminyum oranı gri MTA'dan daha azdır (89,90). SEM analizlerinde de gri ve beyaz MTA farklı görüntüler vermiştir. Beyaz MTA'da uzun, iğne şekilli partiküllerin arasına serpiştirilmiş küçük düzensiz partiküller görülürken; gri MTA'da ince-uzun parçacıkların beyaz MTA'ya oranla çok daha büyük partiküllerle karışık olduğu görülmüştür (91).

MTA tozu suyla karıştırıldığında, ilk etapta kalsiyum hidroksit ve kalsiyum silikat hidrat oluşur ve zayıf kristalize olmuş pöröz yapıda bir jele dönüşür (92). Hemen ardından hidrasyon süreci başlar ve pöröz koloidal jel 3-4 saat içinde sert bir yapı kazanır (93,94). MTA'nın sertleşme mekanizması dikalsiyum silikat ve trikalsiyum silikatın hidrasyon reaksiyonu ile gerçekleşir. Bu reaksiyon, materyalin fiziksel dayanıklılığını da belirler. Nemli ortamda 21 güne kadar bekletilen MTA'nın sıkışma dayanımının arttığı bildirilmiştir (94).

Sertleşme reaksiyonu başladığında 10,2 olan pH değeri yaklaşık 3 saat sonra 12,5'e yükselir ve o değerde kalır (85,91,93). MTA'nın yüksek alkalik özellik göstermesinin nedeni hidrasyon reaksiyonları sırasında kalsiyum hidroksit (CH) salınmasıdır.

MTA tozu steril distile su ile karıştırıldıktan sonra oluşan yapının özellikleri toz/sıvı oranından (95), karıştırılma yönteminden, kondenzasyon sırasında uygulanan basınçtan, ortamdaki nem oranından ve ortamın pH değerinden (96), materyalin saklanma koşullarından (97), karıştırılma anından değerlendirildiği ana kadar geçen süreden, materyal kalınlığından ve ısdan etkilenir.

Klinik Kullanım Alanları

Üretildiği günden bugüne gittikçe artan kullanım alanı bulan MTA, başlangıçta genellikle kök ucu dolgu maddesi olarak kullanılmıştır (98). Sert doku oluşumunu indükleyen, biyoaktif ve biyouyumlu bir materyal olması kullanım alanlarının genişlemesini sağlamıştır (99,100). Toksik, genotoksik, karsinojenik değildir, konak dokuyla biyo-uyumluluk gösterir, doku sıvılarında çözünmez ve boyutsal olarak stabildir. Bu özellikleri, direk pulpa kaplaması, pulpotomi gibi vital tedavilerde de kullanılmasını gündeme getirmiş ve yüksek başarı oranlarıyla karşılaşılmıştır (19). Sert doku oluşumunu uyarması, nekrotik pulpalı ve açık apeksli dişlerde apikal bariyer olarak kullanılabilmesini sağlamıştır (101). Sızdırmazlığı ve biyo-uyumluluğu immatür dişlerde revaskülarizasyon ve rejenerasyon işlemlerinde koronal tıkama açısından avantaj sağlamaktadır.

Hatalı post boşluğu oluşturulması, internal kök rezorpsiyonunun genişleyerek pulpa ve periodonsiyum arasında ilişki oluşturması, eğimli köklerde aşırı genişletme yapılması ve bunlara bağlı oluşabilecek perforasyonların tamirinde de MTA kullanımını günümüzde rutin denilebilecek kullanıma sahiptir. Pitt Ford ve diğerleri (102) yaptıkları hayvan deneyinde, internal rezorpsiyona bağlı perforasyonların tamirinde amalgam ve MTA'yı karşılaştırmış, histolojik incelemelerde MTA kullanılan grupta çok az örnekte enflamasyona rastlamış çoğunda yeni sement oluşumu gözlemlemişlerdir. Bogen ve Kuttler (84), MTA'yı gütaperkaya alternatif olarak kök kanalının doldurulmasında kullanmak üzere önermişlerdir. Bakteri sızdırmaması, kök kanalında büzülme ve genişleme göstermemesi, radyoopasitesi sayesinde pat ve gütaperka ile yapılan kanal dolgularının yerini almaya aday gösterilmektedir.

MTA'nın üstün özelliklerine rağmen bazı dezavantajları da mevcuttur. Bunlar arasında, uygulamasının zorluğu, uzun sertleşme süresi, uygulandığı bölgeden uzaklaşabilme riski, yüksek maliyeti ve bazı tiplerinin renklenmeye neden olması sayılabilir.

2.3.2. EndoSequence Root Repair Material (ERRM)

EndoSequence Root Repair Material (ERRM; Brasseler, Savannah, GA), kullanıma hazır, önceden karıştırılmış, enjekte edilebilir macun kıvamında biyoseramik bir materyaldir (103).

Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yapısında kalsiyum silikat, mono bazik kalsiyum fosfat, zirkonyum oksit, tantalyum oksit ve özel doldurucular bulunur. Sertleşme süresi 2-4 saat olan radyoopak bir materyaldir (104). Ortamdaki nem arttıkça ERRM'nin sertleşme süresi uzar ve mikrosertliği azalır. Üretici firma, dentin tübüllerindeki nemin materyalin sertleşmesi için yeterli olduğunu belirtmiştir. İçerisindeki nanopartiküller dentin tübüllerine girebilir ve oradaki nem sayesinde sertleşerek mekanik bir kilitleme sağlar ve bu özelliği materyale çok iyi bir boyutsal stabilite ve sızdırmazlık özelliği

kazandırır (105,106). ERRM fizyolojik sıvılarla temas ettiğinde hidroksisapatit benzeri bir çökelti oluşur (104,107). Oluşturduğu alkalin pH MTA ile benzer bulunmuştur. Kalsiyum iyon salınımı oldukça fazladır ve sert doku oluşumunu uyandır (104).

Klinik Kullanım Alanları

Kalsiyum silikat esaslı diğer simanlar gibi perforasyon tamirinde, apikal cerrahi işlemlerde kök ucu dolgu materyali olarak, apikal bariyer oluşturulmasında ve pulpa kaplamasında kullanılmaktadır (103). MTA ile kıyaslandığında en büyük avantajı uygulama kolaylığı olan ERRM, hakkındaki klinik ve laboratuvar çalışmaları yeterli olmadığından henüz MTA'nın yerini almaya uygun değildir.

2.3.3. Calcium Enriched Mixture (CEM)

“Kalsiyum ile zenginleştirilmiş karışım” anlamına gelen CEM, 2006 yılında, MTA'ya alternatif olabilecek su bazlı bir materyal olarak endodonti alanına sunulmuştur.

Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

CEM'in içerik anlamında MTA'dan en büyük farkı, yapısında fosfat bulundurmasıdır (103). Tozu, kalsiyum oksit, sülfür trioksit, fosfor pentoksit, silikon dioksit, eser miktarda alüminyum trioksit, sodyum oksit, magnezyum oksit ve kloritten oluşur. Likiti ise distile sudur. Sertleşme süresi 50 dakikadır, % 10 kalsiyum klorit eklenmesi bu süreyi 33 dakikaya düşürür (108). Çalışma süresi, boyutsal stabilitesi ve pH'ı MTA ile oldukça benzerlik gösterir. Kıvamı MTA'ya göre daha akıcı ve film kalınlığı daha azdır (103). Sıkışma dayanımı ProRoot MTA ve Biodentine'den daha az bulunmuştur (109).

Klinik Kullanım Alanları

Bu materyal de internal ve eksternal kök rezorpsiyonlarının tamirinde (110), apeksifikasyonda (111), apeksogeneziste (112), direk pulpa kaplamasında (113,114), süt ve daimi dişlerde pulpotomi (115,116) işlemlerinde kullanılmaktadır.

2.3.4. Bioaggregate (BA)

Nanoteknolojik gelişmelerin endodonti alanına kazandırdığı son derece biyouyumlu materyaller olan biyoseramikler, son yıllarda oldukça başarılı klinik uygulamalarla karşımıza çıkmaktadır. Bioaggregate (BA, Innovative BioCeramik, Vancouver, BC, Kanada), MTA'nın modifiye edilmiş bir versiyonu olarak üretilen, kalsiyum silikat esaslı, biyoseramik bir materyaldir (117).

Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

BA'nın içeriğine bakıldığında, yapısında alüminyum içermediği görülür (117). Tozu trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, hidroksiapatit, kalsiyum silikat oksit, tantalyum oksit, kalsiyum fosfat silikat bileşenlerinden oluşmaktadır. Likiti ise distile sudur. BA'nın MTA'dan en büyük farkı yapısında radyoopasite verici materyal olarak tantalyum oksit bulundurmasıdır (103). Üretici firma, distile su ile karıştırılan BA tozunun 2-5 dakika çalışma süresi olduğunu belirtmektedir (118). Toz/likit oranı 1gr/0.38 ml 'dir ve sertleşme süresi 4 saat olarak bildirilmiştir (118). Nispeten uzun olan sertleşme süresi daimi dolgunun aynı seansta yapılmamasının önerilmesine neden olmuştur ve bu durum materyale klinik kullanımda dezavantaj sağlayabilir.

Fiziksel özelliklerine bakıldığında, sıkışma dayanımının MTA'ya göre daha az olduğu görülmüştür (119). Birçok çalışmada mikrosertliği de diğer kalsiyum silikat içerikli simanlara göre daha az bulunmuştur (119,120).

Klinik Kullanım Alanları

BA, kök perforasyonlarının tamirinde (121), rezorptif lezyonların tamirinde (122), kök ucu dolgularında (123), apeksifikasyonda (124) ve pulpa kaplamasında (125), kullanılabilir. Biyo-uyumluluğu ve sızdırmazlığı bakımından MTA'yla karşılaştırıldığında oldukça başarılı bulunmakta ve sert doku oluşumunu uyarmakta MTA'ya göre daha üstün olduğu belirtilmektedir (103). Ancak mekanik özelliklerinin daha zayıf olması ve uzun sertleşme süresi klinik uygulamalarda MTA'nın yerini alması için tereddüt oluşturmaktadır (103).

2.3.5. Biodentine

Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-fosses, Fransa), 2009 yılında "dentinin yerini alabilecek" bir materyal olarak piyasaya çıkmıştır. MTA ile benzer teknoloji ile üretilir; uygulama kolaylığı ve bazı fiziksel özelliklerin artırılmış olması gibi avantajları bulunur.

Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Sertleşme Mekanizması

Biodentine tozunun içeriğinde trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyum karbonat, zirkonyum oksit bulunur. Dikalsiyum silikat ve trikalsiyum silikat materyalin kor yapısını oluştururken, kalsiyum karbonat ve kalsiyum oksit doldurucu partiküller olarak görev yapar. İçeriğindeki zirkonyum oksit materyale radyoopasite kazandırır (126). Yapısında eser miktarda da demir oksit bulunur. Likiti ise kalsiyum klorit ve suda çözünebilen polimerlerden oluşur (127). Biodentine'in toz kısmı kapsül içerisinde, likit kısmı ise ayrı bir tüpte bulunur ve likit kısım kapsüle eklendikten sonra amalgamatörde 30 saniye karıştırılarak hazır hale gelir.

Üretici firma, likiti ile karıştırılan Biodentine'in sertleşme süresini 9-12 dakika olarak bildirmiştir. Grech ve diğerleri (120) ise final sertleşmenin 45 dakika sonra gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır. Aradaki farkın nedeni üretici firmanın sertleşmenin başladığı anı, Grech ve diğerlerinin ise sertleşmenin bittiği anı hesaplamasıdır. Her iki şekilde de diğer kalsiyum silikat içerikli materyallere göre

oldukça kısa olan bu sertleşme süresi Biodentine'in en önemli avantajlarından biridir. Sertleşme reaksiyonu, MTA ile benzer şekilde; trikalsiyum ve dikalsiyum silikatın sıvı ile karışarak kalsiyum silikat jel ve kalsiyum hidroksit oluşturmasıyla başlar. Yüzeyde başlayan bu tepkime, oluşan kalsiyum silikat jelin hidrate olmamış toz içerisine çökmesiyle devam eder. Kalsiyum silikat jel, trikalsiyum silikat taneciklerinin arasındaki boşlukları doldurur ve materyal doygun hale gelerek sertleşme tamamlanır (127).

Biodentine kısa sürede sertleşerek boyutsal olarak stabil hale gelir ve bu özelliği çözünürlüğünün de oldukça az olmasını sağlar (120). Çözünürlüğünün az olmasının bir nedeni de yapısındaki %20 oranındaki zirkonyum oksitin suda çözünmemesidir.

Klinik Kullanım Alanları

Üretim amacı dentinin yerini alması olan Biodentine'in başlıca kullanım alanı, kron ve kökü içeren dentin defektlerinin tamiridir. Özellikle geniş çürük lezyonlarında dentin materyali olarak mineyi desteklemesi amacıyla kullanılabilir. Biyoaktif ve biyouyumlu bir materyal olması endodonti pratiğinde de kullanıma girmesini sağlamıştır. Shayegan ve diğerlerinin (126) domuzlar üzerinde yaptığı bir çalışmada, Biodentine ile yapılan direk pulpa kaplaması ve pulpotomi işlemlerinde kalın bir dentin köprüsü oluştuğu ve pulpada enflamasyon bulunmadığı tespit edilmiştir (79).

Biodentine'in sızdırmazlığı, MTA ile benzer alanlarda kullanılmasına olanak tanımaktadır. Servikal ve apikal eksternal kök rezorpsiyonunda uygulandığı bir klinik uygulama sonucu, 15 aylık takipte klinik ve radyografik semptomlar olmadan başarılı bir tıkama sağlandığını göstermiştir (127). Kök perforasyonlarının tamiri, kök ucu dolguları, tüm kök kanalının doldurulmasında kullanılması da çeşitli yazarlar tarafından önerilmiştir. Pek çok üstün fiziksel ve biyolojik avantajına rağmen Biodentine'in klinik kullanımını kısıtlayan bazı özellikleri de bulunmaktadır. Bunlar arasında, radyoopasitesinin MTA'ya oranla az olması ve bu durumun

radyografik değerlendirmeyi kısıtlaması, MTA kadar yüksek alkalen özellik göstermemesi ve yüksek maliyeti sayılabilir.

2.4. Bağlanma (Adezyon)

Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği (IUPAC) tarafından yapılan tanımlamaya göre bağlanma (adezyon); bir maddenin başka bir maddenin yüzeyine eklenme sürecidir. Diş hekimliğinde ise bağlanma, diş dokusu ile dental materyalin ya da farklı dental materyallerin birbirleriyle mekanik, mikromekanik ya da kimyasal olarak ilişki içinde olması olarak tanımlanabilir. Kimyasal bağlanma, atom ve moleküller düzeyinde olan bağlanmadır. Mekanik bağlanma ise yüzeylerin birbirine fiziksel olarak kenetlenmesiyle oluşur.

Bağlanma sürecinde, birbirine bağlanan yüzeyler adherent, bağlantıyı sağlayan materyal ise adeziv olarak tanımlanır. Endodontik tedavinin başarısızlık nedenlerine bakıldığında, apikal ve kronal sızıntı ilk sıralarda yer alır. Bu sızıntı sorununun çözülmesi için yapılan pek çok çalışma, kök kanalına bağlanma sorununu ortadan kaldırmaya yöneliktir. Bağlantı kavramı endodonti literatürüne uyarlandığında, kök kanal dolgu materyallerinin kök kanalından ayrılmaya karşı gösterdiği direnç olarak karşımıza çıkmaktadır (128).

2.4.1. Kök Kanalına Bağlanmayı Etkileyen Faktörler

Kök kanal sistemi oldukça karmaşık anatomisiyle bağlanma için olumsuz koşullar hazırlamaktadır. Bunun yanı sıra, dentinin biyolojik gelişim gösteren aktif bir doku olması, karmaşık organik yapısı da bağlanmayı engellemektedir. Kök kanalındaki düzensiz sekonder dentin, muhtemel rezorpsiyon alanları, pulpa taşları, aksesuar kanallar bağlanmayı zorlaştıran faktörler olarak sayılabilir (129).

Kök kanalının özelliklerinin bağlanma dayanımına etkisi

Bağlanan yüzeyin bağlanmayan serbest yüzeylere oranı konfigürasyon faktörü (C faktörü) olarak tanımlanır ve C faktörü arttıkça polimerizasyon

büzülmesine bağlı olarak bağlanan yüzeylerde stres artar. Bu durum bağlanma dayanımını azaltır. Özellikle rezin esaslı materyaller için önem taşıyan bu faktör, çalışmamızda kullanılan kalsiyum silikat esaslı simanların bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı etki oluşturmaz.

Apikal kök dentininin sklerotik yapısı ve materyallerin bu bölgeye uygulanmasının zorluğu, apikalde bağlanmayı daha da zorlaştıran nedenlerdir (130).

İrrigasyon solüsyonlarının bağlanmaya etkisi

İrrigasyon solüsyonlarının kök kanalı üzerinde bağlanmayı etkileyen iki önemli özelliği, dentinin kollajen yapısı ve smear tabakası üzerine olan etkileridir.

Sodyum hipoklorit (NaOCl), irrigasyon solüsyonu olarak pek çok olumlu özellik taşımaya rağmen kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımını azaltmaktadır (131). Bunun nedeni NaOCl kullanımından sonra yüzeyde kalan oksijenin özellikle rezin esaslı materyallerin polimerizasyonunu etkilemesidir (132). NaOCl'nin kalsiyum silikat esaslı materyallerin bağlanma dayanımı üzerindeki etkisine bakıldığında ise farklı sonuçlar ortaya çıktığı görülür. Ping Yan ve diğerleri (25) %5,25 NaOCl ve % 2 klorheksidin irrigasyonunun MTA'nın bağlanma dayanımı üzerine etkisini incelediklerinde, solüsyon kullanılmayan grupla aralarında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bir başka çalışmada ise NaOCl ve klorheksidin irrigasyonu sonrası MTA bağlanma dayanımı karşılaştırılmış ve NaOCl grubu kontrol grubundan ve klorheksidin grubundan daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir (133).

Smear tabakasının uzaklaştırılmasının kök yüzeyine bağlanmaya olan etkisi üzerinde farklı görüşler mevcuttur. Bazı yazarlara göre EDTA (Etilendiamin tetra asetik asit) ile smear tabakasının uzaklaştırılması, materyalin dentin tübüllerine daha iyi penetre olarak bağlanmanın artmasını sağlar (134,135). Ancak bu görüş kök kanal dolgu patları için daha yaygın olsa da kalsiyum silikat esaslı materyaller için tartışmalıdır. El-Ma'aita ve diğerleri (136) EDTA uygulamasının MTA ve

Biodentine'in bağlanma dayanımını anlamlı düzeyde azalttığını, smear tabakası varlığında bu materyallerin daha üstün bağlanma gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir.

2.4.2. Kalsiyum Silikat Esaslı Materyallerin Bağlanma Dayanımları

İlk üretildikleri yıllardan bu yana, kalsiyum silikat esaslı materyallerin esas amacı, kök kanal boşluğu ve çevre dokular arasında sızdırmaz bir bariyer oluşturmaktır (19,80,98). Sızdırmazlığın sağlanması ise materyalin dentinle yaptığı bağlantının kalitesine bağlıdır. İyi bir bağlanma gösteren materyalin, dentinle bütünlük göstermesi ve fonksiyon esnasında yer değiştirmeye dirençli olması beklenir (137). MTA ve Biodentine'in, pek çok olumlu biyolojik ve fiziksel özelliklerinin yanında, dentine iyi bir bağlanma gösterdikleri bilinmektedir. Ancak bu bağlanmanın kalitesi materyale ve çevreye bağlı faktörlerden etkilenebilmektedir. MTA kuru ortamda sertleşmeye bırakıldığında bağlanma dayanımının oldukça azaldığı bildirilmiştir (138). Bu nedenle sertleşme reaksiyonu esnasında üzerine nemli bir pamuk pelet yerleştirilmesi ve daimi restorasyonun ikinci bir seansta yapılması önerilmiştir (139). Biodentine ise sertleşme reaksiyonunu nemden bağımsız bir şekilde tamamlar ve stabil haline MTA'dan daha hızlı ulaştığı için çevresel faktörlerden daha az etkilenir (140). Biodentine'in sertleşme reaksiyonu 9-12 dakikada gerçekleşir ve 45 dakika sonunda final sertleşmesi tamamlanır (120). MTA' da ise bu süre 165 dakikadır (94). Dişin fonksiyonda olmasının, materyallerin yerinden ayrılmasına neden olduğu düşünüldüğünde, MTA'nın uzun sertleşme süresi bağlanma dayanımının azalmasına neden olmaktadır. Bu sertleşme ve stabil hale gelme sürecinin hızlanması ortamda nem varlığıyla da yakında ilgilidir. Nemli ortamda bekleyen MTA'nın bağlanma dayanımının 3. Günden 21. Güne kadar giderek arttığı bildirilmiştir (94).

MTA ve Biodentine'in her ikisi de temel olarak trikalsiyum silikat içerikli olsalar da partikül büyüklükleri ve sertleşen materyallerin farklı fiziksel özellikleri bağlanmaları sırasında da aralarında farklılık oluşturabilmektedir. Biodentine'de daha az olan partikül büyüklüğü, dentinle bağlanan yüzey alanının artmasını sağlar. Camilleri ve diğerleri (141), Biodentine'in 2.811 m³/g olan bağlanan yüzey alanının

MTA'da 1.0335 m³/g olması nedeniyle, Biodentine'in bağlanma dayanımının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda kullanılan kalsiyum silikat esaslı materyaller olan MTA ve Biodentine'in, bağlanma dayanımları çevresel koşullardan da etkilenebilmektedir. Farklı yazarların MTA ve Biodentine'in özelliklerini ve klinik uygulamalarını incelediği çalışma ve derlemeler esas alınarak MTA ve Biodentine'in farklı koşullar altındaki bağlanma dayanımı değerleri Tablo 2.1'de özetlenmiştir:

Tablo 2. 1. MTA ve Biodentine'in farklı koşullar altında bağlanma dayanımlarının incelendiği çalışmalarda bulunan değerler

	Biodentine	MTA
pH 7.4	19.5 ± 0.9 MPa (142)	7.28±2.28 MPa (143)
pH 4.4	11.7 ± 0.5 MPa (142)	2.47±0.61 MPa (143)
Smear tabakası kaldırılmadığında	8.79 ± 1.55 MPa (136)	7.54 ± 1.11 MPa (136)
Smear tabakası kaldırıldığında	7.71 ± 1.81 MPa (136)	6.58 ± 1.13 MPa (136)
NaOCl' ye maruz bırakıldığında	7.23 ± 4.22 MPa (26)	3.49 ± 3.02 MPa (26)
Klorheksidine maruz bırakıldığında	7.13 ± 2.17 MPa (26)	2.45 ± 1.99 MPa (26)
Salin solüsyonuna maruz bırakıldığında	7.22 ± 3.14 MPa (26)	6.18 ± 3.80 MPa (26)
Kuru ortamda 1 gün sonra		2.86±0.99 MPa (138)
Kuru ortamda 3 gün sonra		4.44±2.72 MPa (138)
Kuru ortamda 7 gün sonra		4.74±1.71 MPa (138)
Kuru ortamda 21 gün sonra		4.97±1.68 MPa (138)
Nemli ortamda 1 gün sonra		3.4±2.41 MPa (138)
Nemli ortamda 3 gün sonra		8.37±2.92 MPa (138)
Nemli ortamda 7 gün sonra		9.90±4.86 MPa (138)
Nemli ortamda 21 gün sonra		11.37±5.90 MPa (138)

2.4.3. Bağlanma Dayanımının Ölçülmesinde Kullanılan Yöntemler

Kanal tedavisinin başarısında, uygulanan materyalin dentinle olan bağlantısının başarıyı doğrudan etkilediği keşfedildiğinden beri, bağlantının klinik ve laboratuvar olarak test edilmesi ihtiyacı doğmuştur. Klinik testlerin uygulanması zordur ve hasta üzerinde çalışmayı gerektirdiğinden pratik olarak bilgi almak mümkün olmayabilir. Bu konudaki *in vitro* çalışmalar ise hızlı sonuç elde edilmesi ve kliniğe ön bilgi sağlaması açısından oldukça faydalıdır. Ancak kliniği tam olarak yansıtamamaları en büyük dezavantajlarıdır.

Bağlanma dayanımı test edilecek materyalle dentin arasındaki bağlanmayı koparabilecek birim alana düşen kuvvettir ve megapaskal (MPa) cinsinden hesaplanır. Bağlanma dayanımı test edilirken uygulanan kuvvetin yönüne göre temel olarak üç test kullanılır.

Makaslama (*shear bond strength*): Bu yöntemde kuvvet materyal ve dentinin bağlandığı ara yüzeye paralel olarak uygulanır ve bağlanmanın olduğu ara yüzeyle kuvvet arasında bir moment kolu oluşur. Moment kolu 0,5 mm'den uzun olduğunda örneğin şeklinden ve moment kolunun uzunluğundan bağımsız sonuçlar almak mümkün olmamaktadır (144). Bu testin en büyük kısıtlaması ise kuvvet ucunun bağlanma ara yüzeyine paralel olarak ayarlanmasının zorluğudur. Tam bir paralellik sağlanmadığında devrilmeler oluşur ve bu durum testin güvenilirliğini olumsuz etkiler.

Gerilim (*tensile bond strength*): Bu testte dentin üzerine uygulanmış olan materyal bir kanca yardımıyla sabit hızla çekilir. Dentin yüzeyi ve materyal aynı düzlemde olduğu için güvenilirliği daha yüksek olsa da homojen stres dağılımı elde etmek neredeyse olanaksızdır. Bunun nedeni ise elastik ve plastik deformasyonları farklı olan yüzeylerin bir araya getirilmesidir.

Dışarı itme (*push-out*): Bu test ilk defa Roydhouse (145) tarafından 1970 yılında diş hekimliğinde kullanılabilecek bir test olarak rapor edilmiştir. Sabit hızla ilerleyen bir itici uç uygulanan materyali kök kanalından dışarı itecek şekilde kuvvet

uygular. Uygulanan kuvvet dentin tübüllerine dik ve bağlantı yüzeyine paraleldir. Materyalin dentinden kopmasına neden olan en yüksek kuvvet değeri bağlanma dayanımını verir. Bu yöntemde dentinden elde edilen kesitler kullanılabildiği için kökün farklı bölgelerindeki bağlanma dayanımlarını ölçmek mümkündür (146). Dentin tübüllerine penetre olmuş materyaller üzerinde ölçüm yapılabildiği için de klinik koşullar daha gerçekçi olarak taklit edilmiş olur (147).

Çalışmamızın amacı, gerçek klinik koşullara en yakın şartları sağlamak amacıyla, MTA ve Biodentine'in üç farklı gütaperka çözücü solüsyon uygulanmış olan dentin ile olan bağlantısını *push-out* deney düzeneği ile test etmektir.

2.5. Taramalı Elektron Mikroskobu

Taramalı elektron mikroskobu (SEM), numune yüzeyini odaklanmış bir elektron demeti ile tarayarak görüntü elde eden bir elektron mikroskobu türüdür. Çalışma prensibi olarak incelenecek numune yüzeyine yüksek enerjili elektron demetleri gönderilir. Bu elektronlar yüzeydeki atomlarla etkileşerek sinyaller üretir ve görüntü bu sinyallerden elde edilir. Farklı kullanım alanları için tasarlanmış özelleşmiş cihazlar dışında, genel olarak SEM cihazları yüksek vakumda, kuru ve iletken yüzeyleri inceler. Yüzey incelemesinin sağlıklı olarak yapılabilmesi için elektron akışının sürekli olması ve incelenecek yüzeyin iletken hale getirilmesi önemlidir (148). Bu nedenle incelenecek yüzey 20-1000 nm kalınlığında Altın (Au) veya Palladyum (Pd) ile kaplanır.

SEM ile yüzeylerin 50-10000 kat ve daha üzeri büyütme altında incelenebilmesi mümkün olmaktadır (149). Endodontide SEM, kök kanalına bakteri sızıntısının incelenmesi, biofilmin görüntülenmesi, post ve dolgu maddelerinin kırılma tiplerinin ve yüzeylerinin incelenmesi amacıyla kullanılmaktadır (149). SEM'in endodontideki en önemli kullanım amaçlarından biri de dolgu maddesi ve kanal duvarı arasında boşluk olup olmadığının ya da oluşan boşluğun incelenmesidir. Souza (150) ve diğerleri örneklerin SEM için hazırlanması sırasında yüksek vakum ortamı nedeniyle boşluğun yapısının değişmesi ihtimali olduğundan SEM incelemesi öncesi örneklerin kopyalarının oluşturulmasını önermiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma GO 15/665 no'lu ve 21.10.2015 tarihli Tıbbi Araştırmalar Yerel Etik Kurulu raporları ile Tıbbi Etik açıdan uygun bulunmuş (Ek-1) ve Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından THD-2016-8680 numaralı proje ile desteklenmiştir. Çalışmamızın deney aşamaları Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı ve Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Elektron Mikroskop ve Mikroanaliz Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda, standart hale getirilen kök kanallarından alınan dentin kesitlerinin üç farklı güta-perka çözücü solüsyonuna ve bunların farklı uygulanma sürelerine maruz kalmaları sonrasında ProRoot MTA ve Biodentine'in bu kesitlere bağlanma dayanımlarının nasıl değiştiğinin incelenmesi planlanmıştır.

Çalışmamızda kullanılan kalsiyum silikat esaslı simanlar şunlardır (Şekil 3.1.):

1. ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, ABD) LOT: 13082005
2. Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-fosses, Fransa) LOT:B18124

Çalışmamızda kullanılan güta-perka çözücü solüsyonlar ise şunlardır (Şekil 3.2.):

1. Kloroform (ADR Group Kimyasalları, Türkiye)
2. Ökalyptol (Cerkamed, Stalowa Wola, Polonya)
3. Portakal yağı (Karden, İstanbul, Türkiye)



Şekil 3. 1. Çalışmada kullanılan ProRoot MTA ve Biodentine

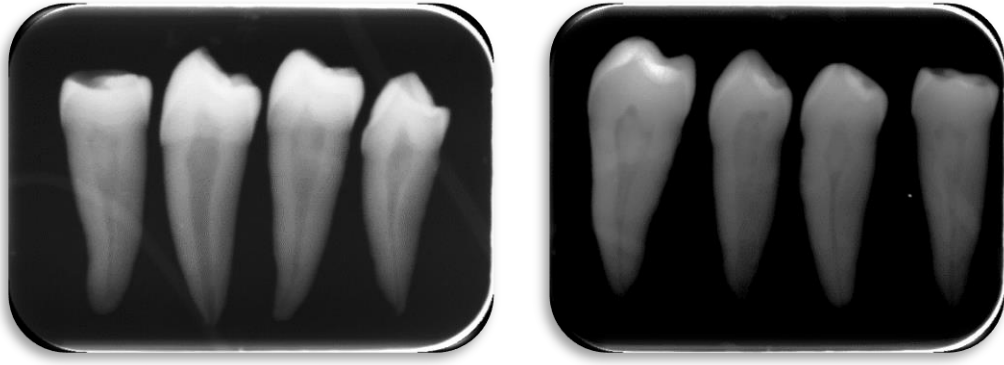


Şekil 3. 2. Çalışmamızda kullanılan gutta-perka çözücü solüsyonlar.

A. Kloroform B. Ökalyptol C. Portakal Yağı

3.1. Diş Seçimi

Bu çalışma için apikal gelişimini tamamlamış, kök yüzeyinde rezorpsiyon, çatlak ya da kırık bulunmayan, daha önceden kanal tedavisi görmemiş, benzer kök uzunluğu ve çapına sahip 80 adet tek kök ve tek kanallı alt küçük azı dişleri kullanıldı. Dişlerin kök kanal morfolojisi periapikal radyograflarla incelendi ve birden fazla kök kanalı bulunanlar elendi (Şekil 3.3.). Ayrıca, radyografda bir bölümü izlenemeyen kök kanallarına sahip dişler de çalışmaya dahil edilmedi. Dişlerin üzerindeki diş taşı ve organik doku artıkları gazlı bez ve bir kretuar yardımıyla dikkatlice temizlendi ve organik doku artığı kalmaması için %5 NaOCl solüsyonunda 15 dakika bekletildi. Seçilen dişler deney aşamasına kadar serum fizyolojik solüsyonunda bekletildi.

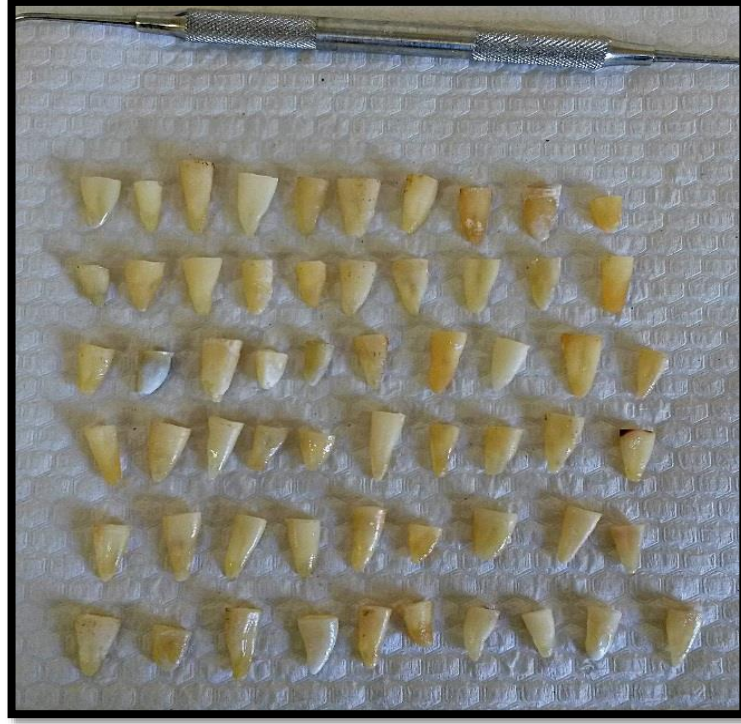


Şekil 3. 3. Kullanılacak dişlerin deney aşamasından önce alınan radyografları

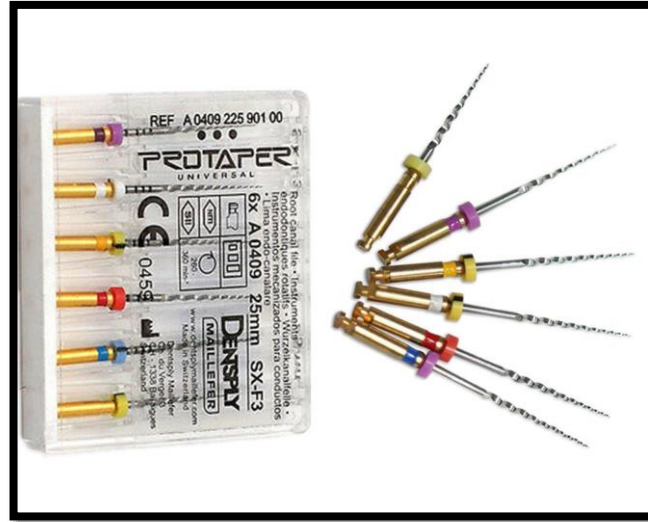
3.2. Kök Kanalının Şekillendirilmesi

Seçilen dişlerin kronları bir aeratör ve elmas frez yardımıyla mine-sement birleşiminden ayrıldı (Şekil 3.4.). 15 nolu K tipi eğe ile apikalden 1 mm çıkılarak kök ucunun tıkalı olup olmadığı kontrol edildikten sonra, çalışma uzunluğu apikalden 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Kök kanalları ProTaper Universal (Dentsply, Tulsa Dental, Tulsa, OK, ABD) döner eğe sistemiyle, üretici firmanın önerdiği hız ve tork değerleri ayarlanarak sırasıyla SX (0,19 mm apikal çap, .04 taper), S1 (shaping file no 1; 0,17 mm apikal çap, 02 taper), S2 (shaping file no 2 0,20 mm apikal çap, 04 taper), F1 (finishing file no 1; 0,20 mm apikal çap, 07 taper), F2 (finishing file no 2; 0,25 mm apikal çap, 08 taper), F3 (finishing file no 3; 0,30 mm apikal çap, 09 taper) eğeleri kullanılarak şekillendirildi (Şekil 3.5.).

Şekillendirme esnasında her eğe arasında 2 ml %2,5 NaOCl ile irrigasyon yapıldı. Tüm dişlerin kök kanalında standart bir genişlik oluşturabilmek için 4 numaralı peeso-reamer frez ve mikromotor yardımıyla son şekillendirme yapıldı ve tüm kök kanallarında 1,3 mm çap elde edildi. Final irrigasyon sırasında smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla kanallara sırasıyla 1 dakika boyunca 5 ml %17'lik EDTA, distile su ve ardından %2,5'lük 5 ml NaOCl ile irrigasyon yapıldı. Irrigasyon protokolünün tamamlanmasının ardından tüm kanallar distile su ile son kez yıkanarak irrigasyon solüsyonlarının kanaldan uzaklaşması sağlandı. Dişler deneyin tüm aşamalarında nemli ortamda bekletildi.



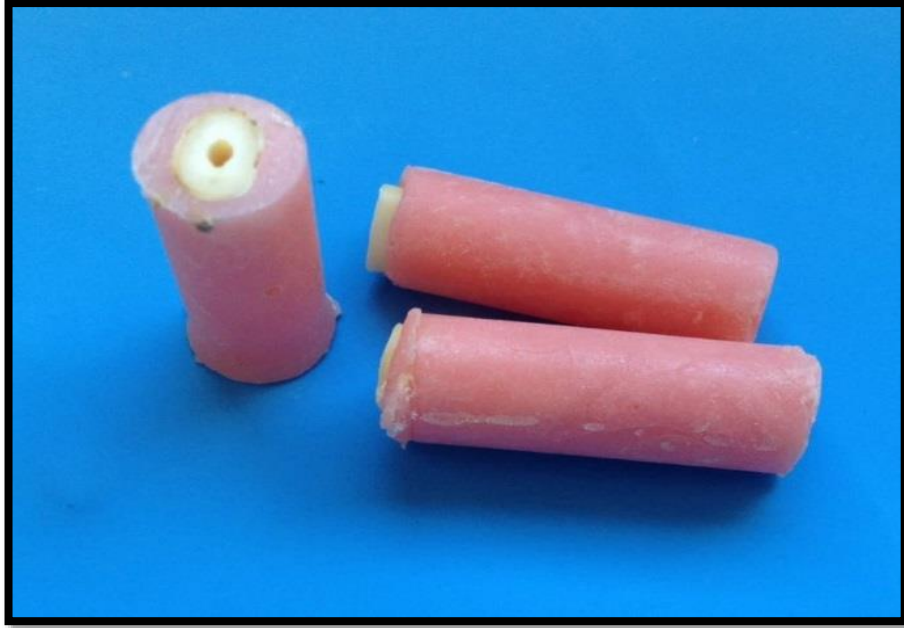
Şekil 3. 4. Deney aşamasından önce kronları uzaklaştırılan diş örnekleri



Şekil 3. 5. ProTaper Universal döner eğe sistemi

3.3. Kesitlerin Hazırlanması

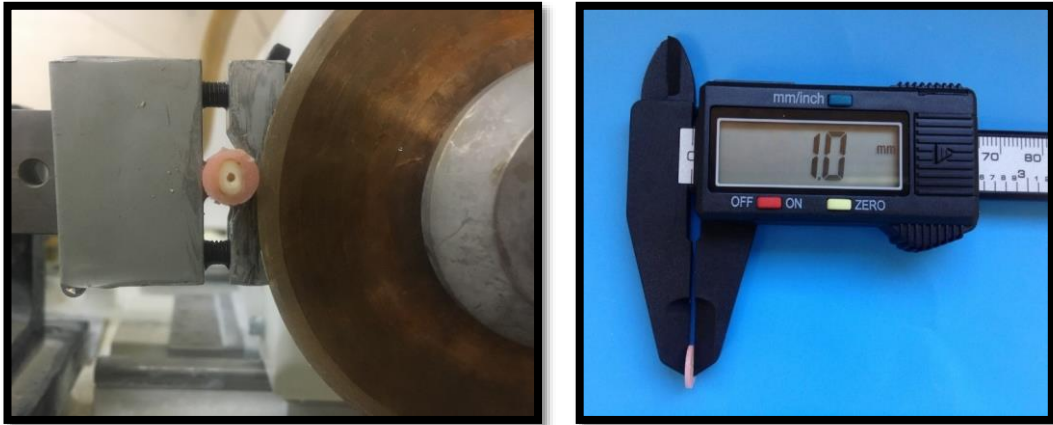
Şekillendirme işlemi tamamlanan örnekler, kesitlerin alınacağı hassas kesme cihazına yerleştirilmek amacıyla, silindir şeklindeki plastik kalıplar kullanılarak soğuk akril içine gömüldü (Şekil 3.6.). Soğuk akril polimerizasyonunu tamamladıktan sonra, kesit alma işlemi için Isomet 4000 (Isomet, Buehler, Lake Bluff, NY, USA) cihazı kullanıldı (Şekil 3.7.). Dişlerin orta 1/3 'lük bölümünden 1 mm kalınlığında dentin kesitleri alındı. Alınan kesitlerin kalınlığı dijital kumpas ile ölçüldü (Şekil 3.8). Isthmus ya da çatlak bulunduğu tespit edilen dentin kesitleri çalışmaya dahil edilmedi. Örneklerin apikal yüzeylerine işaret konuldu ve her bir alt grup için 15 adet olacak şekilde, kesitler rastgele dağıtıldı.



Şekil 3. 6. Dişlerin soğuk akril içerisine gömülmesi



Şekil 3. 7. Çalışmada kesit alma aşamasında kullanılan Isomet 4000 cihazı



Şekil 3. 8. Kesit alma prosedürü ve alınan dentin kesitlerinin kalınlığının ölçülmesi

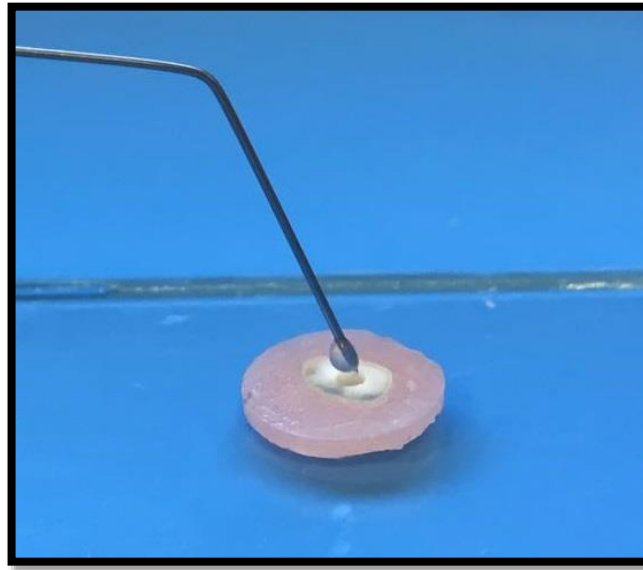
3.4. Dentin kesitlerine gütaperka çözücü solüsyonların uygulanması

Elde edilen toplam 240 kesit ProRoot MTA ve Biodentine ile doldurulmak üzere iki ana gruba ayrıldı. Her iki simanın uygulandığı 30'ar kesite hiçbir solüsyonla muamele edilmedi ve kontrol grubu olarak incelendi. Geri kalan 180 dentin kesiti, kloroform, ökaliptol ve portakal yağı ile muamele edilmek üzere rastgele 3 alt gruba ayrıldı. Bu üç alt grubun örnekleri de solüsyonların uygulanma süresi 5 dakika ve 10 dakika olacak şekilde kendi içlerinde ikiye ayrıldı (Tablo 3.1.).

Tablo 3. 1. Çalışmada kullanılan diş örneklerinin gruplara göre dağılımı

Kullanılan Siman	n	Uygulanan Çözücü	n	Uygulama Süresi	n
ProRoot MTA	120	Kloroform	30	5 dk	15
				10 dk	15
		Ökaliptol	30	5 dk	15
				10 dk	15
		Portakal Yağı	30	5 dk	15
				10 dk	15
		Kontrol	30	---	30
Biodentine	120	Kloroform	30	5 dk	15
				10 dk	15
		Ökaliptol	30	5 dk	15
				10 dk	15
		Portakal Yağı	30	5 dk	15
				10 dk	15
		Kontrol	30	---	30

Elde edilen dentin kesitleri, belirlenen solüsyonların uygulanması için gerekli alt gruplara rastgele dağıtıldıktan sonra, birer siman camı üzerine yerleştirildi. Her bir kesit için 1 damla solüsyon kesitin kanal boşluğuna uygulandı (Şekil 3.9.) . Kanal boşluğundan etrafa yayılan solüsyonlar bir pamuk pelet yardımıyla temizlendi. Solüsyonların uygulama süreleri çalışmamızda önemli bir parametre olduğundan, bir kronometre ile zaman kontrol edildi ve gerekli süre solüsyona maruz kalan kesitler distile su içerisine konuldu. Daha sonra her bir kesit, gütaperka çözücü solüsyondan arındırılmak üzere 2 ml distile su ile yıkandı ve hava spreyi yardımıyla kurutuldu.



Şekil 3. 9. Dentin kesitlerine gütaperka çözücülerin uygulanması

3.5. Dentin kesitlerinin ProRoot MTA ve Biodentine ile doldurulması

Gütaperka çözücü solüsyonların uygulandığı dentin kesitleri, aradan zaman geçmeden ilgili siman ile doldurulmak üzere hazırlandı.

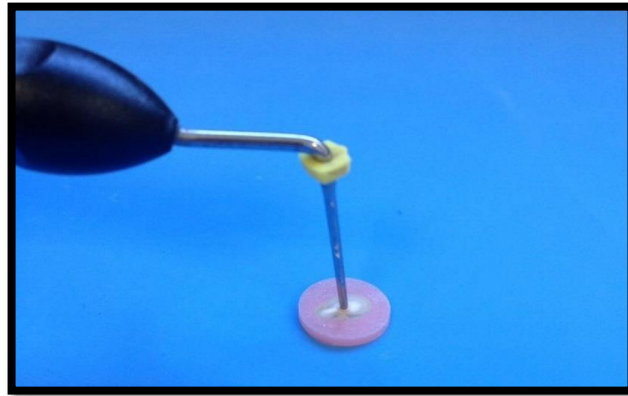
3.5.1. Örneklerin ProRoot MTA ile Doldurulması

ProRoot MTA, temiz bir siman camı üzerinde, üretici firmanın önerisine göre 0,5 gram toza 1 ampül likit eklenerek macun kıvamına gelene kadar karıştırıldı (Şekil 3.10). Hazırlanan karışım, örneklerin kanal boşluğuna bir plugger yardımıyla kondanse edildi (Şekil 3.11.). Fazlalık siman bir spatül yardımıyla temizlendi. MTA

ile doldurulan örnekler, alt gruplarına göre ayrı ayrı nemli gazlı bezlere sarılarak 21 gün bekletmeye bırakıldı.



Şekil 3. 10. 0,5 gr'lık paket halindeki ProRoot MTA tozu ve kapsül içerisindeki likiti



Şekil 3. 11. Örneklerin MTA ve Biodentine ile doldurulması

3.5.2. Örneklerin Biodentine ile doldurulması

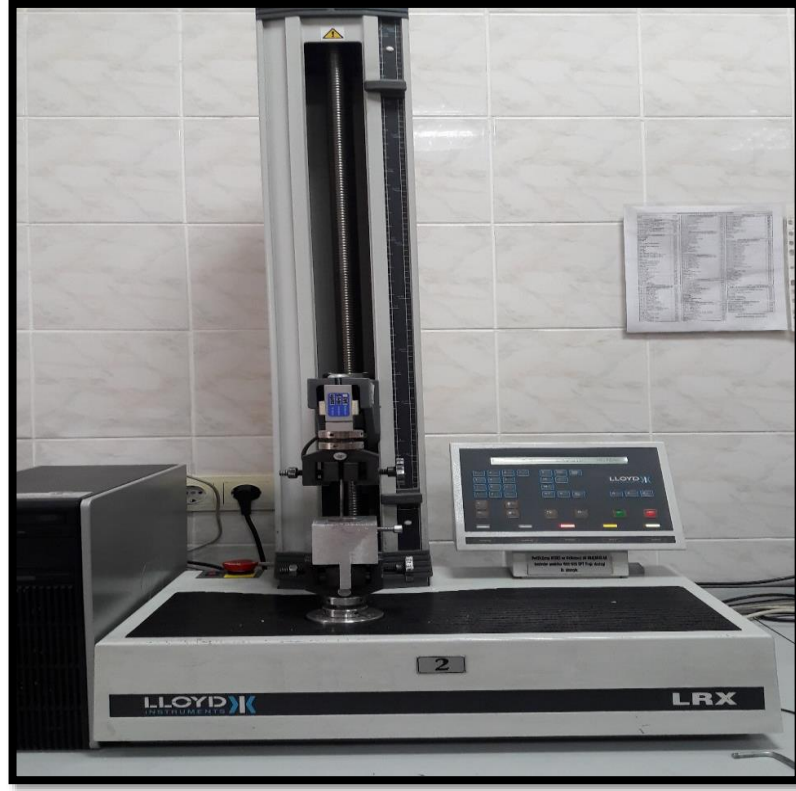
Biodentine, üretici firmanın yönergesi doğrultusunda kapsül içinde yer alan tozuna 5 damla likit damlatıldıktan sonra amalgamatörde 30 saniye karıştırılarak hazırlandı (Şekil 3.12). Elde edilen karışmış materyal plugger yardımıyla ilgili örneklerin kanal boşluğuna kondanse edildi (Şekil 3.11). Biodentine, sertleşme ve stabil hale gelme sürecini MTA'dan çok daha hızlı tamamlamasına rağmen, örneğin hazırlanmasıyla bağlanma dayanımı testi arasındaki süreyi sabit tutmak amacıyla 21 gün beklemek üzere nemli gazlı bezlere sarıldı, plastik kutulara yerleştirilerek nemini kaybetmemesi amacıyla streç filmle sarıldı.



Şekil 3. 12. Kapsül içerisinde bulunan Biodentine tozu ve likiti

3.6. ProRoot MTA ve Biodentine'in Dentine Bağlanma Dayanımlarının Ölçülmesi

Bu çalışmanın bağlanma dayanımı testleri Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirildi. Örneklere kuvvet yüklemesi 1 mm/dakika hızla olacak şekilde, 1 mm çapında silindirik paslanmaz çelik uç ile universal test cihazında (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd., Fareham, UK) yapıldı (Şekil 3.13).



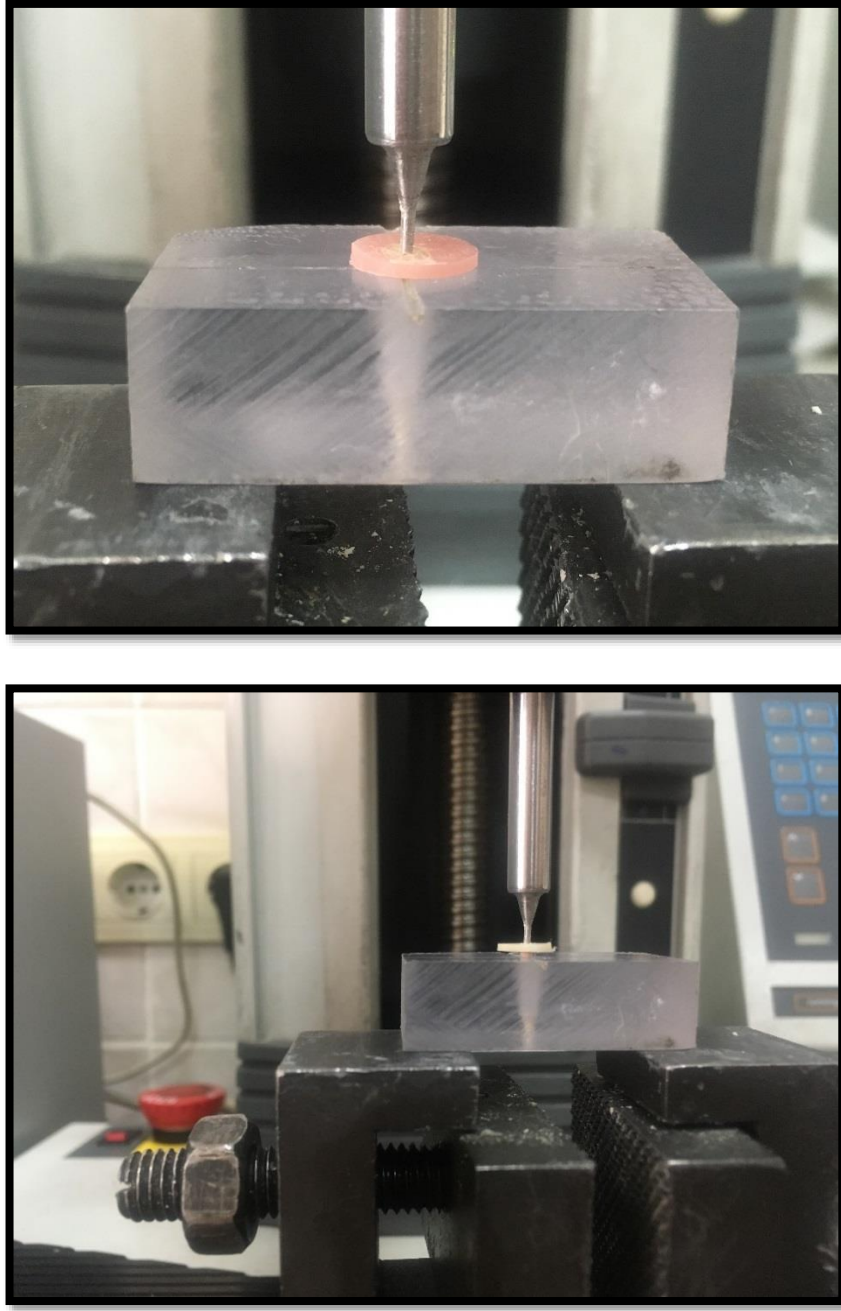
Şekil 3. 13. Çalışmada kullanılan Universal Test Cihazı

Örnekler, paslanmaz çelik uç kanal dolgusuna kuvvet uyguladığında test edilen materyalin kanaldan uzaklaşırken dirençle karşılaşmaması için hazırlanan şeffaf akrilden bir kalıbın üzerine yerleştirildi (Şekil 3.14).

Kök kanallarında silindirik ve homojen şekillendirme yapılmasına rağmen, kanalın anatomisinden dolayı kuvvet apikalden koronale doğru uygulandı. Dolgu materyalinde yer değiştirmeye neden olan maksimum kuvvetler Nexygen data-analiz software (Lloyd LRX) yazılımı kullanılarak kaydedildi. Patierno ve diğerlerinin (151) uyguladığı şekilde push-out bağlanma dayanımı değerlerinin megapaskal (MPa) cinsinden hesaplanması için şu formül kullanıldı:

$$\text{push - out bağlanma dayanımı (MPa)} = \frac{\text{maksimum yük (N)}}{\text{kök kanal dolgusunun adezyon alanı (mm}^2\text{)}}$$

Kök kanal dolgusunun adezyon alanı hesaplanırken $2\pi rh$ formülü kullanıldı (π : 3,14; r: yarıçap; h: yükseklik).



Şekil 3. 14. Şeffaf akrilden kalıp, push-out test düzeneği ve yüklemenin kesitlere uygulanması

3.7. Örneklerin SEM ile incelenmesi

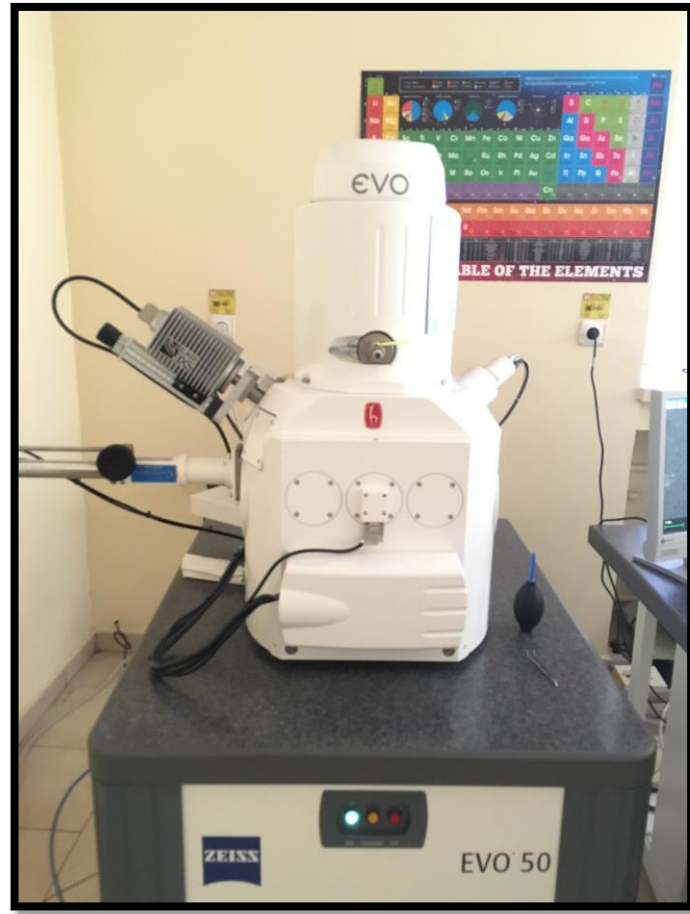
Örneklerin SEM ile incelenmesi aşaması Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Elektron Mikroskop ve Mikroanaliz Laboratuvarında gerçekleştirildi. Taramalı elektron mikroskobu ile inceleme için her gruptan rastgele iki örnek seçildi. Seçilen örnekler kurutuldu ve her biri havasız ortamda 10 nm

kalınlığında altın ile kaplandı (Şekil 3.15.). Her bir örnek taramalı elektron mikroskobu (Zeiss, EVO 50-EP) (Şekil 3.16.) ile 500 kat büyütme altında incelendi. Push-out testinin materyal ve materyalin dentinle olan bağlantısı üzerindeki etkisi değerlendirildi. Materyalde oluşan başarısızlık tipi aşağıdaki şekilde sınıflandırıldı (152) :

1. Adeziv başarısızlık; materyal-dentin ara yüzeyinde ayrılma
2. Koheziv başarısızlık; materyalin kendi içinde meydana gelen kırılma
3. Karışık; ayrılmanın hem bağlantı ara yüzünde hem de materyalin kendi içinde olması



Şekil 3. 15. SEM incelemesi öncesi yüzey hazırlığının yapıldığı vakum cihazı



Şekil 3. 16. Çalışmada kullanılan SEM cihazı

3.7. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler normal dağılım gösterdiği için, gruplar arasında istatistiksel açıdan fark olup olmadığını belirlemek amacıyla istatistiksel analizlerde üç yönlü Anova ve post-hoc Bonferroni testleri kullanıldı ($p < 0.05$). Tüm analizler SPSS IBM Version 22 programında yapılmıştır.

4. BULGULAR

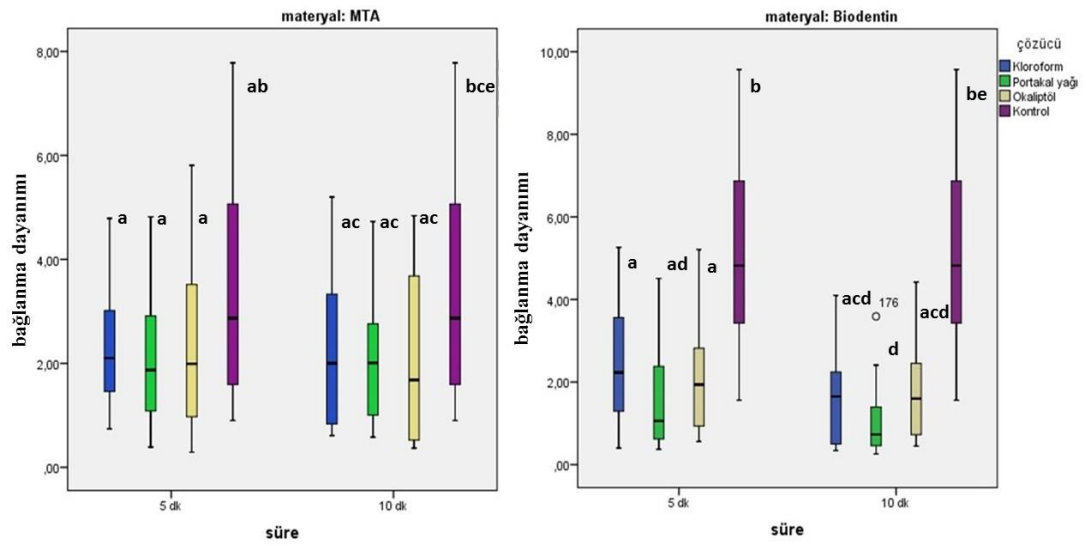
4.1. Simanların bağlanma dayanımına etkisi

Test edilen kalsiyum silikat esaslı simanların bağlanma dayanımları kullanılan çözücülerin ve sürelerin etkisinden bağımsız olarak değerlendirildiğinde aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,326$) (Tablo 4.1.).

Tablo 4. 1. Simanların çözücülerin ve sürenin etkisinden bağımsız olarak bağlanma dayanımlarının tanımlayıcı istatistiksel verileri

Materyal	n	Ortalama	Std. Sapma	Ortanca	Minimum	Maksimum	p
ProRoot MTA	120	2,61 ^a	1,86	2,07	,29	7,78	>0,05
Biodentine	120	2,63 ^a	2,24	1,98	,26	9,57	

Çözücülerin 5 ve 10 dakika boyunca uygulanmasını takiben ProRoot MTA ile doldurulan örneklerin bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Yine ProRoot MTA grubu içinde çözücü uygulanan gruplarda 5 ve 10 dakika sonunda elde edilen bağlanma dayanımı değerleri kontrol grubundan farklı değildir. Biodentine gruplarında ise; çözücüler 5 ve 10 dakika uygulandığında aralarında anlamlı bir fark bulunamadı, ancak bu gruplarda elde edilen bağlanma dayanımı değerlerinin hepsi anlamlı olarak kontrol grubundan düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Örneklerin çalışmada kullanılan çözücülere 5 veya 10 dakika maruz kalmasından sonra yerleştirilen ProRoot MTA'nın ve de Biodentine'in bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$) (Şekil 4.1.).



Şekil 4. 1. Kök kanalı ProRoot MTA ve Biodentine ile doldurulan grupların push-out testi sonuçlarının karşılaştırıldığı kutu-çizgi grafiği (her kutunun ortasında yer alan yatay çizgiler ortanca değerini ifade eder). Farklı üst harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı işaret eder.

4.2. Çözücülerin Bağlanma Dayanımına Etkisi

Simanlardan ve uygulama sürelerinden bağımsız bir şekilde çözücülerin bağlanma dayanımları üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında çözücü uygulanan gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$), ama kontrol grubu diğer tüm gruplardan farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Çözücü uygulanmayan kontrol grubu örneklerinde bağlanma dayanımı daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.2.).

Tablo 4. 2. Simanlardan ve sürelerden bağımsız çözücülerin bağlanma dayanımına etkisi. Farklı üst harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı işaret eder.

Çözücüler	n	Ortalama	Std. Sapma	Ortanca	Minimum	Maksimum	p
Kloroform ^a	60	2,15	1,42	2,00	,34	5,26	<0,05
Portakal yağı ^a	60	1,73	1,30	1,33	,26	4,82	
Ökalyptol ^a	60	2,14	1,52	1,79	,29	5,81	
Kontrol ^b	60	4,45	2,53	4,61	,90	9,57	

Çalışmada test edilen uygulama sürelerinden bağımsız olarak çözücülerin ProRoot MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımı üzerine etkisi

değerlendirildiğinde, çözücülerin ProRoot MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımı üzerine etkisi olduğu görülmüştür (sırasıyla $p=0,012$ ve $p<0,001$ 'dir). ProRoot MTA grubunda kloroform uygulanan örneklerin bağlanma dayanımı kontrol grubundan farklı saptanmazken ($p=0,152$), portakal yağı ve ökaliptol kullanılan örneklerin bağlanma dayanımı anlamlı olarak kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,044$ ve $p<0,016$ 'dır). Biodentine grubunda ise kontrol grubunda çözücü uygulanan tüm gruplardan anlamlı olarak daha yüksek bağlanma dayanımı gözlenmiştir (tüm ikili karşılaştırmalar için $p<0,001$ ' dir) (Tablo 4.3. ve 4.4.).

Çözücülerin (kloroform, portakal yağı ve ökaliptol) 5 dakika boyunca uygulanmaları sonucunda ProRoot MTA ve Biodentine gruplarında elde edilen bağlanma dayanımı değerleri arasında anlamlı bir farklılık istatistiksel olarak saptanmamıştır ($p>0,05$). Yine ProRoot MTA ve Biodentine örneklerinin kontrol gruplarında elde edilen değerleri de birbirinden istatistiksel olarak farklı değildir ($p>0,05$). Çözücülerin (kloroform, portakal yağı ve ökaliptol) 10 dakika boyunca uygulanmaları sonucunda ProRoot MTA ve Biodentine gruplarında elde edilen bağlanma dayanımı değerleri arasında anlamlı farklılık sadece portakal yağı grubunda saptanmıştır ($p=0,009$). Portakal yağının 10 dakikalık uygulanması sonucunda Biodentine grubunda ProRoot MTA grubuna göre anlamlı olarak daha düşük bağlanma değerleri bulunmuştur (Şekil 4.1.,Tablo 4.3. ve 4.4.).

Tablo 4. 3. ProRoot MTA ile doldurulan örneklerin bağlanma dayanımı değerlerine dair tanımlayıcı istatistiksel veriler. Farklı üst harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı işaret eder.

	Uygulama Süresi	Çözücü	n	Ortalama	Std. Sapma	Ortanca	Min	Maks	p
ProRoot MTA	5 dk	Kloroform ^a	15	2,33	1,13	2,10	,74	4,79	>0,05
		Portakal yağı ^a	15	2,17	1,43	1,87	,39	4,82	
		Ökalyptol ^a	15	2,38	1,72	1,99	,29	5,81	
		Kontrol ^a	15	3,73	2,48	2,87	,90	7,78	
	10 dk	Kloroform ^a	15	2,23	1,67	2,00	,61	5,20	>0,05
		Portakal yağı ^a	15	2,10	1,34	2,01	,58	4,73	
		Ökalyptol ^a	15	2,25	1,74	1,68	,37	4,84	
		Kontrol ^a	15	3,73	2,5	2,87	,90	7,78	
	Toplam	Kloroform ^{mn}	30	2,28	1,40	2,07	,61	5,20	<0,05
		Portakal yağı ⁿ	30	2,14	1,36	1,88	,39	4,82	
		Ökalyptol ⁿ	30	2,32	1,70	1,84	,29	5,81	
		Kontrol ^m	30	3,73	2,43	2,87	,90	7,78	

Tablo 4. 4. Biodentine ile doldurulan örneklerin bağlanma dayanımı değerlerine dair tanımlayıcı istatistiksel veriler. Farklı üst harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı işaret eder.

	Uygulama Süresi	Çözücü	n	Ortalama	Std. Sapma	Ortanc a	Min	Maks	p
Biodentine	5 dk	Kloroform ^a	15	2,50	1,65	2,23	,40	5,26	>0,05
		Portakal yağı ^a	15	1,55	1,26	1,06	,37	4,51	
		Ökalyptol ^a	15	2,20	1,46	1,94	,56	5,21	
		Kontrol ^a	15	5,18	2,50	4,82	1,56	9,57	
	10 dk	Kloroform ^a	15	1,55	1,11	1,65	,34	4,10	<0,05
		Portakal yağı ^b	15	1,09	,94	,73	,26	3,59	
		Ökalyptol ^a	15	1,75	1,22	1,60	,45	4,42	
		Kontrol ^a	15	5,18	2,50	4,82	1,56	9,57	
	Toplam	Kloroform ^m	30	2,03	1,46	1,77	,34	5,26	<0,05
		Portakal yağı ^m	30	1,32	1,12	,90	,26	4,51	
		Ökalyptol ^m	30	1,97	1,34	1,79	,45	5,21	
		Kontrol ⁿ	30	5,18	2,46	4,82	1,56	9,57	

4.3. Sürenin Bağlanma Dayanımına Etkisi

Çalışmada test edilen uygulama süreleri simanlardan ve çözücü türlerinden bağımsız olarak değerlendirildiğinde, uygulama sürelerinin bağlanma dayanımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı bulundu ($p=0,087$). Çalışmada test edilen uygulama sürelerinin ProRoot MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımı üzerine etkisi kullanılan çözücülerden bağımsız olarak değerlendirildiğinde, çözücülerin 5 veya 10 dakika uygulanmasının ProRoot MTA'nın bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı gözlemlendi ($p=0,578$). Benzer şekilde çözücülerin 5 veya 10 dakika uygulanmasının

Biodentine'in bağlanma dayanımı üzerinde de anlamlı bir fark oluşturmadığı gözlemlendi ($p=0,062$).

Kullanılan kalsiyum silikat esaslı simanlardan bağımsız olarak, uygulanan gütaperka çözücülerin ve uygulanma sürelerinin bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi kıyaslandığında üç yönlü Anova testine göre anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). 5 dakikalık uygulama süresi esas alındığında çözücü uygulanmayan kontrol grubunda bağlanma dayanımı değerleri çözücü kullanılan gruplara göre anlamlı bir şekilde daha yüksek bulunmuştur, bu benzer sonuca 10 dakikalık uygulama sonunda da ulaşılmıştır ($p<0,05$) (Tablo 4.5.).

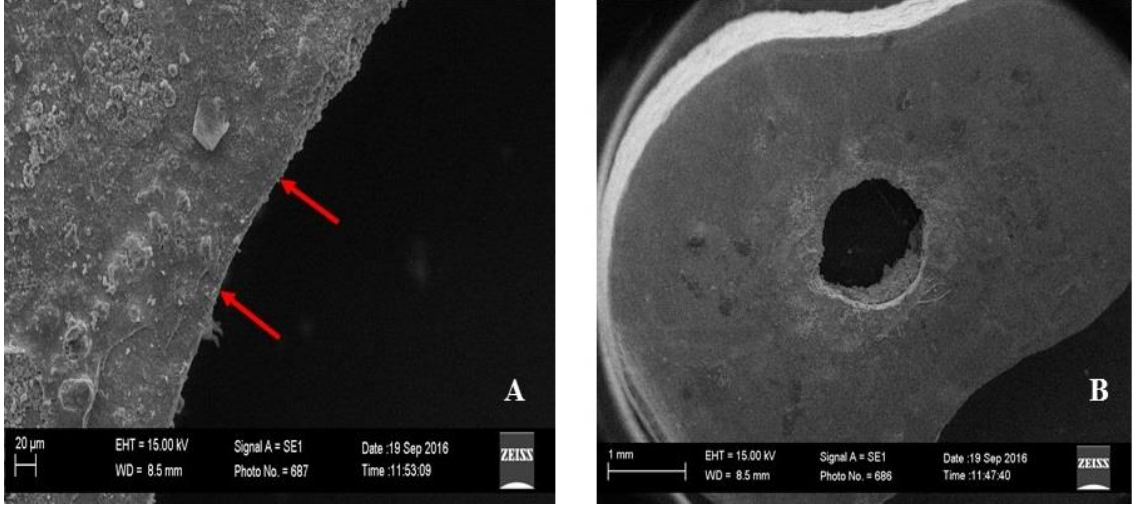
Tablo 4. 5. Uygulama süreleri ve çözücülerin bağlanma dayanımına etkilerinin tanımlayıcı verileri. Farklı üst harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı işaret eder.

Uygulama Süresi	Çözücü	Ortalama	n	Std. Sapma	Ortanca	Min	Maks	p
5 dk	Kloroform ^k	2,42	30	1,39	2,16	,40	5,26	<0,05
	Portakal yağı ^k	1,86	30	1,36	1,33	,37	4,82	
	Ökalyptol ^k	2,29	30	1,57	1,96	,29	5,81	
	Kontrol ^l	4,45	30	2,55	4,61	,90	9,57	
10 dk	Kloroform ^k	1,89	30	1,43	1,65	,34	5,20	<0,05
	Portakal yağı ^k	1,60	30	1,24	1,31	,26	4,73	
	Ökalyptol ^k	2,00	30	1,49	1,64	,37	4,84	
	Kontrol ^l	4,45	30	2,55	4,61	,90	9,57	

4.3. SEM Analizi Bulguları

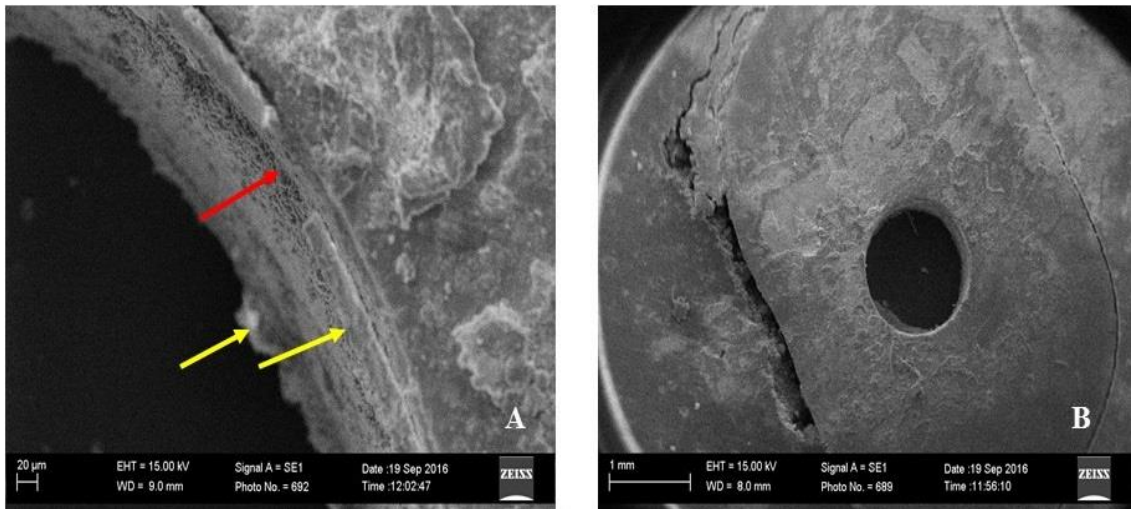
Materyallerin başarısızlık tipi SEM analizi ile incelendiğinde, herhangi bir çözücü uygulanmadan ProRoot MTA ile doldurulan kontrol grubunda genel olarak adeziv tipte başarısızlığa rastlanmıştır. Ancak, örneklerin bazılarında dentin yüzeyi

boyunca ince bir siman tabakası izlenmiş ve bu örneklerdeki başarısızlık tipi karışık başarısızlık olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.2.).



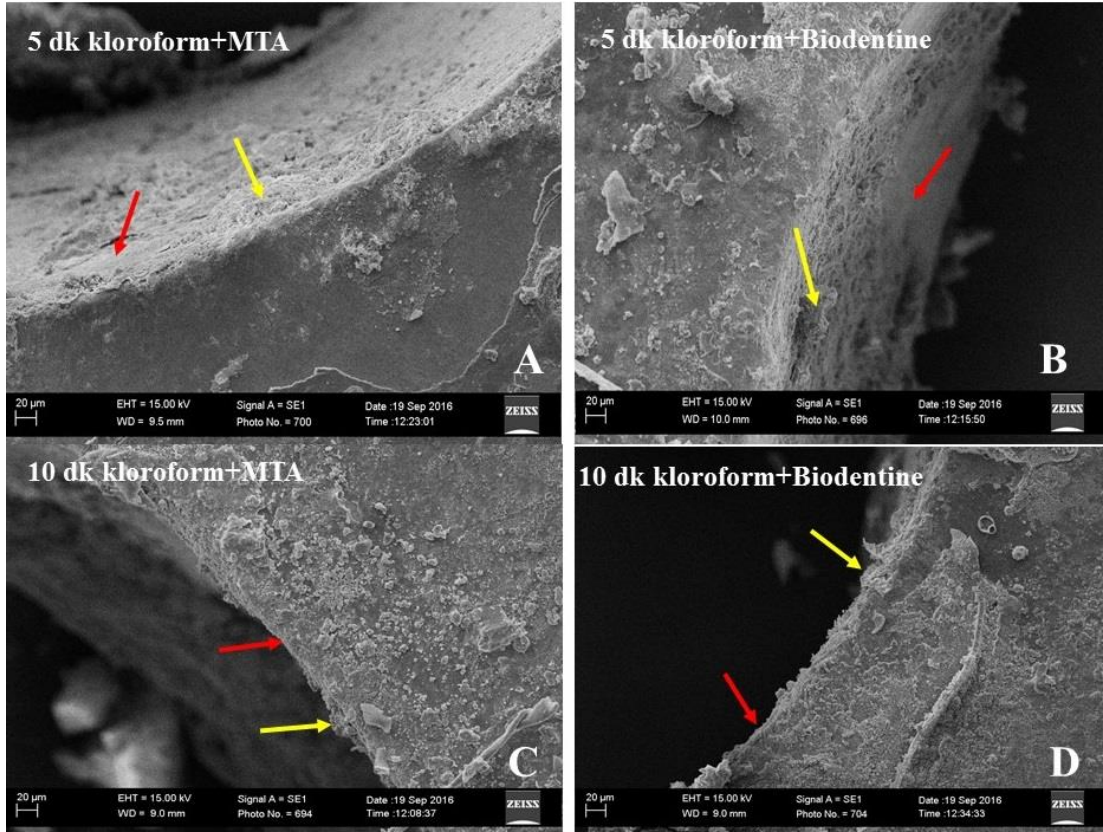
Şekil 4. 2. ProRoot MTA kontrol grubuna ait adeziv tipte başarısızlığın izlendiği SEM görüntüleri (şekildeki kırmızı oklar dentin yüzeyini göstermektedir).

Biodentine kontrol grupları incelendiğinde, örneklerin çoğunda koheziv tipte başarısızlığa rastlanmıştır (Şekil 4.3.). Örneklerin bazılarında materyalin dentinle olan bağlantı yüzeyinde de ayrılma olduğu gözlenmiş ve bu örnekler karışık tip sınıflamasına alınmıştır.

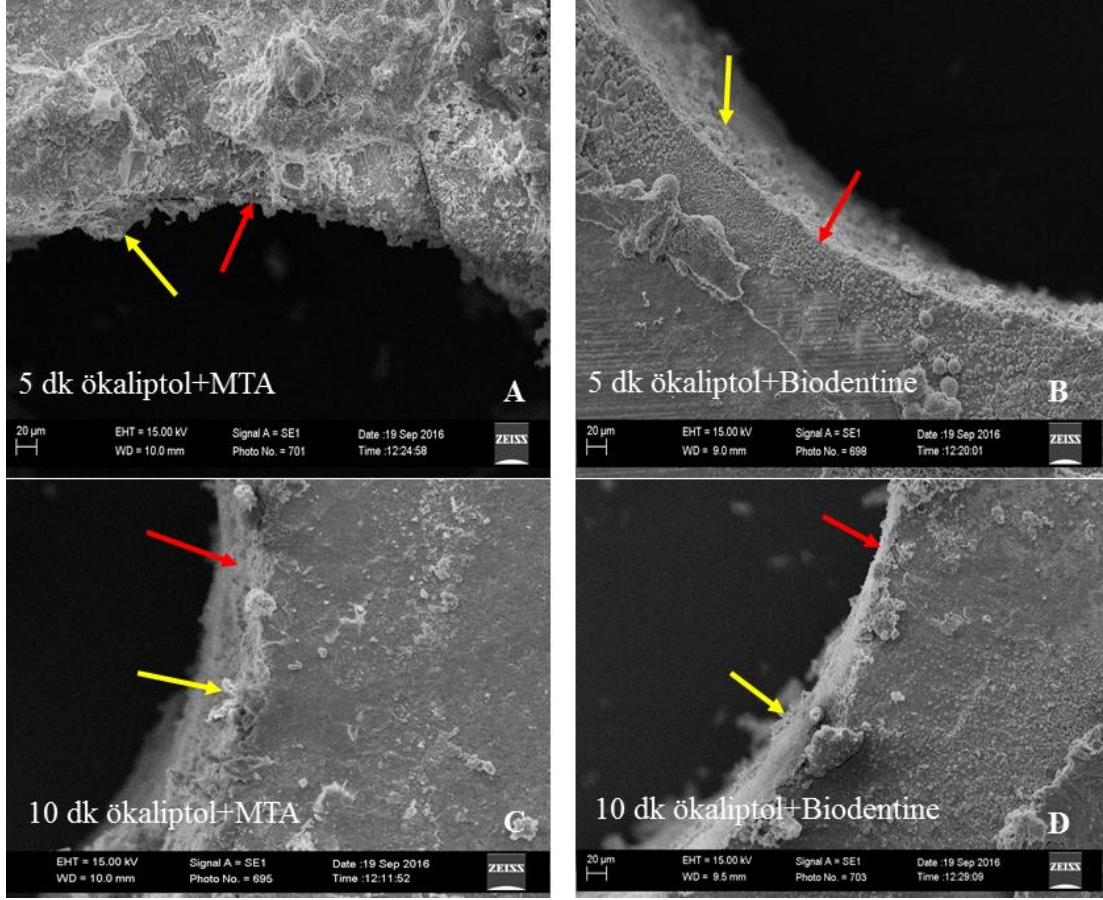


Şekil 4. 3. Biodentine kontrol grubuna ait SEM görüntüleri A,B. Koheziv kırılma sonrası dentin yüzeyinde izlenen Biodentine kalıntıları (şekildeki kırmızı ok dentin yüzeyini, sarı oklar Biodentine'i göstermektedir).

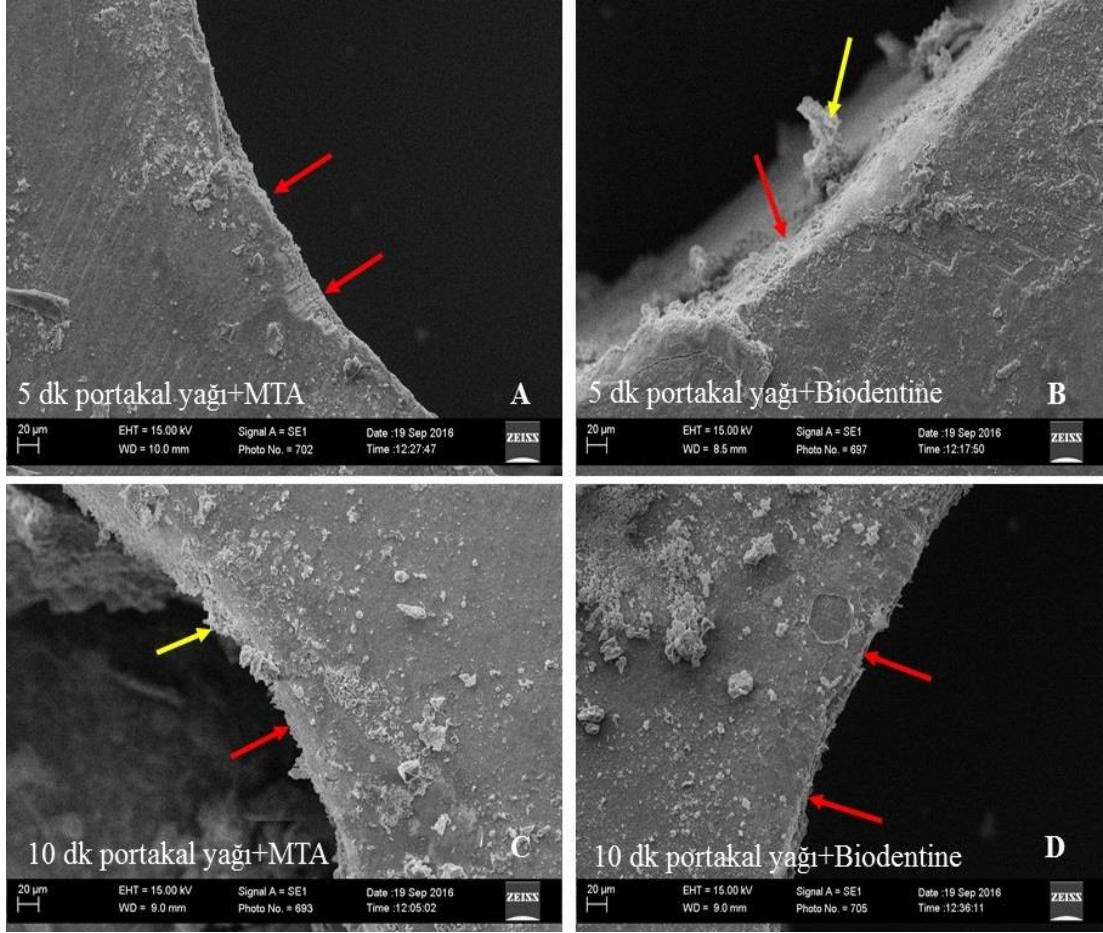
Çözücü uygulanan ProRoot MTA ve Biodentine örneklerinde genel olarak rastlanan başarısızlık tipi adeziv olarak sınıflandırılrsa da, örneklerin bir kısmında kırılmanın hem dentin-materyal bağlantı ara yüzeyinde, hem de materyalin kendi içinde gerçekleştiği izlenmiş ve bunlar karışık tip olarak sınıflandırılmıştır. Çözücü uygulanan farklı gruplara ait SEM görüntüleri Şekil 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da verilmiştir.



Şekil 4. 4. Dentin yüzeyine 5 ve 10 dakika kloroform uygulanan gruplara ait SEM görüntüleri (sarı oklar ProRoot MTA ve Biodentine kalıntılarını, kırmızı oklar dentin yüzeylerini göstermektedir).



Şekil 4. 5. Dentin yüzeyine 5 ve 10 dakika ökaliptol uygulanan gruplara ait SEM görüntüleri (sarı oklar ProRoot MTA ve Biodentine kalıntılarını, kırmızı oklar dentin yüzeylerini göstermektedir).



Şekil 4. 6. Dentin yüzeyine 5 ve 10 dakika portakal yağı uygulanan gruplara ait SEM görüntüleri (Sarı oklar ProRoot MTA ve Biodentine kalıntılarını, kırmızı oklar dentin yüzeylerini göstermektedir).

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin temel amacı kök kanalını temizlemek, şekillendirmek ve üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurmaktır (153). Temizleme ve şekillendirme aşamaları ne kadar başarılı olursa olsun, elde edilen temiz kök kanalının sızdırmaz bir şekilde doldurulamaması, mikroorganizmaların beslenme ve çoğalmaya fırsat bulmasına ve enfeksiyonun tekrarlamasına neden olmaktadır (35). Kök kanal dolgusunun sızdırmazlığının ise kullanılan dolgu materyalinin dentinle olan bağlantısıyla doğrudan ilişkili olduğu düşünülmektedir (154). Ayrıca dişlerin sürekli olarak maruz kaldığı fonksiyonel kuvvetler sırasında materyaller yerinden ayrılmaya meyillidir ve bu durum sızdırmazlığı riske sokmaktadır (137). Bir materyalin dentin ile yüksek bağlanma sağlaması, tedavinin başarısı açısından oldukça önemlidir. Ancak dentin dinamik bir dokudur ve yüzeyine uygulanan işlemler materyallerle olan bağlantısını doğrudan etkilemektedir (155). Özellikle tekrarlanan tedavi prosedürlerinde, dişe ilk kez uygulanan kanal tedavisinden başlayan ve yenilenme sırasında devam eden pek çok işlem, dentinin yapısını etkilemekte ve bağlanma özelliğini değiştirebilmektedir. Bu çalışmada, ProRoot MTA ve Biodentine'in, gütaperka çözücü solüsyonlarla muamele edilmiş dentin ile olan bağlantısı araştırılmıştır. Çalışmamızda bağlanma dayanımını test etmek için *push-out* testi kullanılmıştır. *Push-out* testi, direk olarak materyal yüzeyine sabit hızda kuvvet uyguladığından bağlanma dayanımını klinik koşullara en yakın şekilde test edebilen yöntem sayılabilir (156). Bu test, dentin kesitleri üzerinde çalışmaya olanak sağlamaktadır ve böylece kök kanalının farklı bölgeleri üzerinde ölçüm yapılabilmektedir (146).

Push-out testlerinin kullanıldığı birçok çalışmada elde edilen veriler büyük oranda değişkenlik gösterebilmektedir. Collares ve diğerlerinin (157) 2015 yılında yayınladıkları meta analizde, farklı çalışmalarda *push-out* değerleri arasında büyük farklılıklar olmasının nedenlerinin kullanılan kök kanal dolgu materyalleri, kök kanalını doldurma tekniği, dişin hangi bölgesi üzerinde çalışıldığı ve kesit kalınlığının olabileceği bildirilmiştir. Kalın dentin kesitleri kullanıldığında uygulanan kuvvetin bağlantı ara yüzeyinde düzenli olarak birikmediği rapor edilmiştir (151). Çalışmamızda, bu bilgiler esas alınarak kuvvetin homojen dağılabilmesi için kesit

kalınlığı 1 mm olarak standardize edilmiştir. Elde edilen dentin kesitlerini köklerin orta 1/3'lük bölümlerinden kullanmamızın nedeni, silindirik olarak şekillendirilemeyen oval şekilli servikal bölümlerin yüzey alanlarını hesaplamada kontrol edilemeyen sonuçlar oluşturmasını engellemektir (158). Standart bir çap elde etmeye çalışırken preparasyon sonrası kalan dentin kalınlığının oldukça az olması nedeniyle en fazla sızıntının olduğu apikal 1/3'lük bölüm yerine orta 1/3'lük bölüm seçilmiştir. Ayrıca apikal bölgede dentin tübüleri sklerotik bir yapı kazanmaktadır ve bu da bağlanmayı etkileyebilmektedir (159).

Çalışmamızda, ağız içindeki konumlarından dolayı bölgesel olarak farklı yönde kuvvetlere maruz kalmış dişlerin sonuçlarda farklılık yaratmasını engellemek amacıyla alt premolar dişler kullanılmıştır. Dişler tek köklü ve tek kanallı olarak seçilmiş ve değişkenlerin azaltılması amacıyla kök boyları standardize edilmiştir. Parametrelerin standart tutulması amacıyla, tüm örneklerde sabit yüzey alanı üzerinde ölçüm yapılması hedeflenerek oval kök kanalına sahip olan dişler çalışmadan çıkarılmıştır. Tüm dişlerin kök kanalı standart şekilde ProTaper Universal döner eğe sistemiyle şekillendirilmiştir. Daha sonra 4 numaralı peeso-reamer ile genişletme yapılarak bütün kök kanallarının 1.3 mm olacak şekilde standart çapta olması sağlanmış ve aynı zamanda Nagaş ve diğerlerinin (160) önerdiği şekilde kök kanalında prepare edilmemiş bölgeler kalması engellenmiştir.

Çalışmamızda, kesit alma işlemi sırasında oluşacak titreşimlerin kök kanalına mekanik bağlanan ProRoot MTA'nın ve Biodentine'in bağlanma dayanımı değerlerini etkileyeceği düşünülerek, çözücülerin uygulanması ve kanalların doldurulması işlemleri, dentin kesitleri alındıktan sonra yapılmıştır (161). Türker ve diğerlerinin (162) üç farklı trikalsiyum silikat esaslı simanın bağlanma dayanımını inceledikleri çalışma, Küçükkaya Eren ve diğerlerinin (163) farklı yerleştirme tekniklerinin MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımı üzerine etkisini inceledikleri çalışmada da kök kanal boşluklarının doldurulmasından önce kesit alındığı görülmektedir. Çalışmamızda tercih ettiğimiz bu yöntem güncel çalışmalarla uyum göstermektedir.

Kök kanalının temizlenmesi ve şekillendirilmesi sırasında mikroorganizmalar, nekrotik doku parçacıkları, odontoblast artıkları gibi organik ve dentin talaşı, hidroksiapatit kristalleri gibi inorganik parçacıklardan oluşan bir tabaka kök yüzeyini kaplar ve *smear* tabakası olarak adlandırılır (164). *Smear* tabakasının kaldırılması, kök kanal dolgu materyallerinin dentinle olan bağlantısını artırmaktadır (165). Özellikle bazı kanal dolgu patları *smear* tabakası varlığında dentin tübüllerine penetre olamamakta ve yeterli bağlantı sağlayamamaktadır (166). Bu durumda materyalin dentinle ne tür bir bağlantı yaptığının bilinmesi önemlidir. Mekanik bir bağlantı söz konusuysa dentin tübüllerinin açığa çıkarılması oluşan pürüzlü yüzeyle mekanik bağlantının artmasını sağlar (167). Bu nedenle dentinle kimyasal olarak bağlanamayan materyallerin bağlanma dayanımını artırabilmek için *smear* tabakası kaldırılmalı ve materyalin dentin tübüllerine penetre olmasına izin verilmelidir. Garberoglio ve Brannström (168), dentin tübüllerinin çaplarının 0,9-2,5 µm arasında değiştiğini rapor etmiştir. Ha ve diğerleri (169), ProRoot MTA'nın partiküllerinin %10'unun 1,13- 4,37 µm arasında, büyük çoğunluğun ise 1,99-12,87 µm arasında değişen boyutlarda olduğunu bildirmiştir. Biodentine'in MTA'ya kıyasla daha küçük ve düzenli şekillerde partiküllere sahip olduğu da farklı çalışmalarla gösterilmiştir (26,140). Bu durumda, *smear* tabakası kaldırıldığında her iki materyalin de daha iyi bağlanma dayanımı göstermeleri beklense de partiküllerin büyük çoğunluğu dentin tübüllerinden daha geniş çapta olduğundan ve boyutlar değişkenlik gösterdiğinden bu konuda net bir bilgi yoktur. EL-Ma'aita ve diğerleri (136) 2.44-3.05 µm arasında değişen kalsiyum silikat moleküllerinin dentin tübüllerine penetre olamayacağını öne sürmüştür. Bizim çalışmamızda, bağlantıyı etkileyen faktörleri en aza indirmek amacıyla *smear* tabakasının kaldırılması uygun bulunmuş ve bu amaçla Çalt ve Serper'in (170) önerdiği prosedür olan 1 dk % 17'lik EDTA uygulaması kullanılmıştır. Ardından % 2,5 NaOCl ile irrigasyon yapılmış ve irrigasyon solüsyonlarının kanaldan uzaklaştırılması amacıyla son olarak tüm kanallar distile su ile yıkanmıştır. EL-Ma'aita ve diğerleri (136), *smear* tabakasının kaldırılması durumunda kalsiyum silikat esaslı simanların daha düşük bağlanma dayanımı gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda *smear* tabakasının kaldırılmış olması düşük bağlanma dayanımı değerleri elde edilmesine neden olmuş olabilir.

Tekrarlanan kanal tedavisi işlemlerinde gütaperka çözücü solüsyonlardan yararlanılabilmektedir. Ancak en etkili solüsyonlar ne yazık ki bazı zararlı etkilere sahip olabilmektedirler (61,67). Özellikle de uçucu özellik bulunduran kloroform, halotan gibi solüsyonların zararlı etkileri solunmaları sonucu ortaya çıkmaktadır (61). Çalışmamızda kullanılan solüsyonlardan sadece kloroform uçucu özellik taşımaktadır. Her bir örnek için 0,2 ml solüsyon kullanılmıştır. Kloroformla muamele edilen 30 dentin kesiti için harcanan toplam 6 ml solüsyonun buharlaştığı düşünülürse bunun ACGIH (71) tarafından kloroform için belirlenen günlük maksimum limit olan 392 mg'ın oldukça altında olduğu görülür. Ökalyptol ve portakal yağının ise solunum yoluyla toksik etkisi bulunmamaktadır.

Çalışmamızda, kanal tedavisi yenilemesinde kullanılan gütaperka çözücülerle çalışılmasına rağmen, kök kanalları önceden doldurulmamıştır. Bunun nedeni, değişkenlerin sayısını azaltmak ve kanalda kalması muhtemel dolgu artıklarının bağlanma dayanımı değerlerini etkilemesini önlemektir. Rödig ve diğerleri (171) daha önceden kanal tedavisi görmüş kök kanallarından gütaperka uzaklaştırmada el aletleri ve döner aletlerin etkinliğini mikrobilgisayarlı tomografi ile kıyasladıkları çalışmada, kanal tedavisi yenilenmesi prosedürleri sonrası kanal duvarlarında kalan dolgu materyalinin her örnekte eşit olmadığı sonucuna varmışlardır. Rached-Junior ve diğerlerinin (172) çinko-oksit ojenol esaslı bir kanal dolgu patının kanaldan uzaklaştırılması sonrası rezin esaslı başka bir patın bağlanma dayanımını inceledikleri çalışmada da, kanalda kalması olası pat artıklarının da yeni yapılan kanal dolgusunun bağlanma dayanımını etkileyebileceği bildirilmiştir. Bu bilgilerin ışığında, sonuçları etkilememesi açısından çalışmamızda gütaperka çözücülerini direk olarak dentin yüzeyine uygulamayı uygun gördük.

Dentinin yüzeysel yapısı ve kimyasal içeriği çeşitli ajanlardan etkilenebilmektedir. Çalışmamızda, dentin yüzeyine uygulanan işlemleri en aza indirmek ve en az değişenin etkisini gözlemleyebilmek amacıyla gütaperka çözücü solüsyonlar uygulandıktan sonra, distile su ile yıkanarak uzaklaştırılmış ve kök kanalları hava spreyi yardımıyla kurutulmuştur. Erdemir ve diğerlerinin (173) kloroform ve halotanın, adeziv maddelerin dentin ile olan bağlantısını araştırdıkları çalışmada da benzer şekilde solüsyonlar yalnızca hava ile kurutularak

uzaklaştırılmıştır. Yöntemimizde izlediğimiz bu yol, Guedes ve diğerlerinin (174) yöntemiyle farklı olsa da klinik uygulamalarda olduğu gibi kök kanallarının çözücülerden sonra farklı irrigasyon prosedürlerine maruz bırakılmasının değerleri etkileyeceği ve yorumlamayı güçleştireceği görüşündeyiz.

Kanal tedavisi yenilenmesi sırasında, gütaperka çözücünün kanalda kalma süresi değişkenlik göstermektedir. Her kanal dolgusu aynı kolaylıkla uzaklaşmadığı gibi her çözücü de aynı sürelerde benzer etkinliği gösterememektedir. Moshonov ve diğerleri (175) farklı kanal dolgu patlarını, kanallar doldurulduktan 3 ay sonra uzaklaştırmış ve kanal dolgusunun uzaklaştırılması için geçen sürenin 8,55 dak. ve 10,15 dak. arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde el eğelerini ve retreatment için özel olarak tasarlanmış döner ege sistemlerini, çözücü kullanarak ve kullanmadan etkinlik bakımından kıyaslayan çalışmalarda süre önemli bir parametre olarak belirtilmiştir (9,176-179). Bu çalışmalar arasında kanal dolgusunun uzaklaştırılması için geçen en kısa süre Schirmmester ve diğerlerinin (176) çalışmasında ProTaper grubu için ortalama 5.13 saniye olarak kaydedilmiştir. Bu nedenle biz de çalışmamızda çözücünün uygulanacağı süreyi en az 5 dak. olarak belirlemeyi uygun gördük. İncelediğimiz çalışmalarda kanal dolgusunun uzaklaştırılması için geçen en uzun süre 10 dakikaya yaklaşmakta ya da bir miktar geçmektedir (175,176). Bu nedenle çözücü uyguladığımız en uzun süre de 10 dakika olarak belirlenmiştir.

Schafer ve diğerleri (180) farklı kanal dolgu patlarını uzaklaştırmada kloroform ve ökaliptus yağının 30 saniye ile 20 dakika arasında değişen farklı sürelerdeki etkinliğini incelemiştir. Sürenin artması çözücünün daha fazla kanal dolgu patını çözmesini sağlamıştır. Magalhaes ve diğerleri de (181) farklı gütaperka çözücülerin 2 dakika, 5 dakika ve 10 dakikadaki etkinliklerini araştırmıştır. Çalışmamızda sürenin etkisinin gütaperka çözme etkinliği bakımından değil, dentinle olan bağlantıya olan etkisi bakımından incelenmesi planlanmıştır. Kaufman ve diğerleri (182), yaptıkları çalışmada gütaperka çözücülerin dentindeki kalsiyum ve fosfor oranına etkisini incelemiş ve 15 ile 30 dakika gibi uzun periyotlarda çözücü uygulamalarına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edememişlerdir. Bu sonuç, çalışmamızda farklı uygulama sürelerinin bağlanma dayanımı değerleri

üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmamış olmasıyla uyum göstermektedir. Doğan ve diğerleri de (74) beş farklı güta-perka çözücünün kök dentinindeki kalsiyum, fosfor ve magnezyum düzeyine olan etkisini 5 ve 10 dakikalık iki farklı süreyi esas alarak incelemiş ve yine istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edememişlerdir. Çalışmamızda, kullanılan dolgu materyali ve çözücüden bağımsız olarak sürenin bağlanma dayanımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Doğan ve diğerlerinin (74) yaptığı çalışma ile Kaufman ve diğerlerinin (182) yaptığı çalışmalarda da sürenin güta-perka çözücülerin dentinin yapısı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik oluşturmaması, dentinin bağlanma dayanımı üzerinde de benzer sonucun bulunmasını açıklayabilir.

Çalışmamızın sonuçları dentin üzerine güta-perka çözücülerin uygulanmasının süreden bağımsız olarak ProRoot MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımını azalttığını göstermektedir. Hiçbir çözücü ile muamele edilmeyen kontrol grupları istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksek bağlanma dayanımına sahiptir. Bu sonuç, Erdemir ve diğerlerinin (173) kloroform ve halotanın rezin esaslı materyallerin dentin ile bağlantısını inceledikleri çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur. Erdemir ve diğerleri bunun nedenini "*Güta-perka çözücüler dentinin yapısındaki ve dentin tübüllerinde bulunan odontoblast kalıntılarındaki lipidleri çözebilir ve bu lipidler dentin yüzeyinde materyal-dentin bağlantısını etkileyen kaygan bir film tabakası oluşturabilir*" şeklinde açıklamıştır (173). Bizim çalışmamızda rezin esaslı materyaller kullanılmamış olsa da aynı sebeple kalsiyum silikat esaslı materyallerin de bağlanma dayanımlarının etkileneceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, ProRoot MTA ile doldurulan gruplar arasında çözücülerin uygulama sürelerinden bağımsız olarak, portakal yağı ve ökaliptol kullanılan örneklerin bağlanma dayanımı anlamlı olarak kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur. Kloroform ile muamele edilen örneklerin bağlanma dayanımının ise hiçbir çözücü uygulanmayan ProRoot MTA kontrol grubunun bağlanma dayanımından farklı olmadığı gözlenmiştir. Elde edilen değerler arasındaki fark büyük olmasına rağmen bu sonuç istatistiksel değerlendirmeye yansımamıştır. Topçuoğlu ve diğerlerinin (183) dentin yüzeylerinin farklı çözücülerle işlem

görmesini takiben rezin esaslı koronal restorasyonların bağlanma dayanımını inceledikleri çalışmanın sonucu da, kloroform uygulanan grupta ökaliptol ve portakal yağı uygulanan gruplara göre bağlanma dayanımının daha yüksek olduğu yönündedir. Kloroformun, çalışmada kullanılan diğer çözücülerin aksine yağlı değil uçucu bir madde olması (184,185), yüzeyde daha az etki bırakarak bağlanmayı daha az etkilemesine neden olmuş olabilir.

Biodentine ve MTA'nın bağlanma dayanımının karşılaştırıldığı çalışmaların birbirinden farklı sonuçlar verdiği görülmektedir. Alsubait ve diğerleri (186) MTA, Biodentine ve Bioaggregate'ın bağlanma dayanımlarını karşılaştırmışlar ve sonuç olarak MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde etmediklerini rapor etmişlerdir. Güneşer ve diğerleri (26) ise irrigasyon solüsyonlarının MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımlarına olan etkisini inceledikleri çalışmada, irrigasyon solüsyonlarından bağımsız olarak Biodentine'in daha yüksek bağlanma dayanımına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Nagaş ve diğerleri de (23) farklı kanal içi medikamentlerin MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımını incelemişler ve medikamentten bağımsız olarak tüm gruplarda Biodentine'in daha yüksek bağlanma dayanımına sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Küçükkaya Eren ve diğerleri de (163), MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımlarına farklı yerleştirme tekniklerinin etkisini inceledikleri çalışmada Biodentine'in bağlanma dayanımını MTA'ya oranla çok daha yüksek bulmuşlardır. Türker ve diğerleri (162) de üç farklı kalsiyum silikat esaslı simanın bağlanma dayanımını test ettikleri çalışmanın sonucunda Biodentine'in ProRoot MTA'ya göre anlamlı ölçüde daha yüksek bağlanma dayanımı değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda, kontrol grupları kıyaslandığında Biodentine MTA'ya göre daha yüksek bağlanma değerleri verse de, bu değerler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Farklı çalışmalarda MTA ve Biodentine'in birbirine kıyasla farklı sonuçlar vermesinin nedeni materyalin karıştırıldığı andan itibaren *push-out* testi yapılanaya kadar geçen sürenin farklı olması olabilir. MTA, sertleşme reaksiyonlarını Biodentine'e göre daha geç tamamlamakta ve fiziksel özelliklerinin optimum seviyeye ulaşması 21 günü bulmaktadır (19). Bizim çalışmamızda da *push-out* testinin gerçekleştirilmesi için örnekler 21 gün

bekletilmiştir, yukarıda bahsedilen çalışmalarda ise örneklerin bekletilme süresi 96 saat ile 1 hafta arasında değişmektedir. Çalışmamızda MTA'nın Biodentine ile yakın değerler vermesinin, örneklerin nemli ortamda bekleme süresinin daha fazla olmasına bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda süreden bağımsız olarak gütaperka çözücülerin etkisi incelendiğinde portakal yağının Biodentine'in bağlanma dayanımını istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalttığı, diğer çözücülerin ise ProRoot MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik oluşturmadığı belirlenmiştir. Çalışmamızda kök kanalına gütaperka çözücü uygulanmasından sonra, dentin yüzeyine başka kimyasalların etkisi olmasını engellemek amacıyla çözücüler yalnızca distile su ile yıkanarak uzaklaştırılmış ve dentin kesitleri hava ile kurutulmuştur. Gütaperka çözücülerin direk olarak ProRoot MTA ve Biodentine ile temas etmesi çalışmamızda hedeflenmese de dentin tübüllerinde kalmış olabilecek bu çözücülerin materyalleri etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz. Portakal yağı bu nedenle, Biodentine üzerinde etki göstererek bağlanma dayanımını azaltmış olabilir. Portakal yağının içeriğini %90 oranında *d-limonen* oluşturmaktadır. Literatürde *D-limonen*'in kalsiyum karbonatı çözebilme özelliği olduğu belirtilmiş olup içeriğinin önemli bir bölümü kalsiyum karbonattan oluşan safra taşlarının çözülmesi amacıyla kullanılmış ve *in vitro* koşullarda *d-limonen* içerisinde bekletilen safra kesesi taşlarının 2 saat içerisinde eriyebildiği gözlenmiştir (187,188). Safra kesesi taşlarının kalsiyum karbonat iyonlarının çökmesiyle mineralize olduğu, pek çok safra kesesi taşı tipinden kalsiyum karbonat taşı tipine özellikle çocuklarda sık rastlandığı (189) ve tedavide *d-limonen* kullanılmasının önerildiği bilgisine ulaşılmıştır (190). Bu çalışmalar ışığında, Biodentine'in temel bileşenlerinden kalsiyum karbonatın *d-limonen* ile çözülmesinin bu duruma neden olduğunu düşünmekteyiz. Camilleri ve diğerleri (191) MTA Angelus ve Biodentine'in içeriğini inceledikleri çalışmada, X-ışını difraksiyon analizi ile Biodentine'in yapısındaki küresel partiküllerin çoğunlukla kalsiyum karbonat bileşiği olduğunu bildirmişlerdir. MTA konusunda aynı sonuç bildirilmemiştir. Her iki materyalin yapısındaki temel farklardan biri olduğu sonucuna vardığımız kalsiyum karbonat oranının, bileşiğin *d-limonenden* de etkilendiğini göz önüne aldığımızda, Biodentine'in portakal yağı ile muamele edilen

dentin ile daha zayıf bağlantı yapmasının nedeni olduğu düşünmekteyiz. 1940'larda safra taşlarının kloroform içerisinde de eriyebilmesi söz konusu olmuştur (192). Ancak kloroformun, birçok tipi olan safra kesesi taşlarının hangi tipini hangi mekanizmayla çözebildiği konusu net değildir. Ayrıca etkinliğini ısıtıldığında gösterdiği bilgisi de mevcuttur (192), böyle bir özelliği olsa bile etkinliğini oda sıcaklığında gösteremeyecektir.

Endodontide, materyallerin ve diş dokularının yüzeylerinin incelenmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri SEM incelemesidir. SEM, özellikle de dolgu maddesi ve dentin yüzeyi arasındaki boşluğun görüntülenmesi için oldukça uygundur. Bunun nedeni yüksek büyütme oranlarıyla bile net görüntü elde etmeye imkan vermesidir (149). Çalışmamızda, *push-out* testi sonrası materyal-dentin bağlantısındaki kopmanın değerlendirilebilmesi amacıyla SEM'den yararlanılmıştır. Görüntüleme öncesi rutin yüzey hazırlıkları yapılmış olsa da Souza ve diğerlerinin (150) önerdiği şekilde örneklerin kopyası alınmamıştır. Bunun nedeni çalışmamızda kopmanın materyalin kendi içinde mi yoksa materyal-dentin arasında mı olduğunu incelemeyi amaçlamamızdır. Arada oluşan boşluğun alanı çalışmamızda incelenen parametrelerden olmadığı için vakumlama sırasında oluşabilecek boyutsal değişiklik ihmal edilmiştir.

Push-out testi sonrası materyallerin bağlantısındaki başarısızlık tipleri değerlendirildiğinde, Biodentine'in genel olarak koheziv tipte başarısızlığa uğradığı görülmüştür (26,163,193). ProRoot MTA'da ise materyalin dentin ile olan bağlantısının koptuğu adeziv tip başarısızlığa rastlanmıştır (26,163). Çalışmamızdaki kontrol gruplarının sonuçları da bu bulgularla genel olarak uyumludur ancak her iki grupta da fazla sayıda örnekte karışık tipte başarısızlığa da rastlanmıştır. Örneklerin bağlantı yüzeylerinin çalışmamızda oldukça yüksek büyütme oranıyla incelenmiş olması ve en küçük partiküllerin bile dentinle bağlantısının görülebilmesi ProRoot MTA'daki kırılmayı tamamen adeziv olarak sınıflandırmamıza engel olmuştur. Çözücü uygulanan gruplarda ise çoğunlukla adeziv ya da karışık tipte kırılma olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin Erdemir ve diğerlerinin (173) belirttiği şekilde, çözücülerin dentin tübüllerinde bulunan odontoblast kalıntılarındaki lipidleri çözerek

dentin yüzeyinde materyal-dentin bağlantısını olumsuz etkileyen kaygan bir film tabakası oluşturması olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda, üç farklı güta-perka çözücü solüsyon olan kloroform, ökaliptol ve portakal yağının ve iki farklı uygulama süresinin ProRoot MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız bu iki siman, tekrarlanan kanal tedavisi işlemlerinde perfore ya da rezorbe alanların tedavisinde ya da kök kanalının doldurulmasında kullanılabilirler ve bağlandıkları dentin yüzeyi bu materyallerin yerleştirilmesinden önce farklı çözücülere maruz kalmış olabilir. Bu nedenle bağlanmanın nasıl etkilendiğinin bilinmesi önemlidir. Çalışmamızın sonuçlarına göre belirlediğimiz sürelerden bağımsız olarak çözücüler ProRoot MTA ve Biodentine'in bağlanma dayanımını azaltmıştır. Ancak test ettiğimiz iki farklı uygulama süresi olan 5 ve 10 dakikalık uygulamaların bağlanma dayanımını istatistiksel olarak anlamlı şekilde etkilemediği de görülmüştür. Ayrıca farklı irrigasyon prosedürleri, kök kanalının daha önceden ne tür bir dolguyla doldurulduğu ve hangi oranda uzaklaştırıldığı klinik sonuçları etkileyebilecek olan konulardır. Örneğin çalışmamızın sonuçlarına göre portakal yağının 10 dakikalık uygulaması Biodentine'in bağlanma dayanımını anlamlı ölçüde azaltmıştır ve bu sonucun klinik şartlara nasıl yansıtacağı konusunda da araştırmalara ihtiyaç vardır. *Push-out* testi için beklenen süre, çalışılan diş örneklerinin farklılığı, örnek sayısı, materyallerin hazırlanma ve saklanma koşulları gibi birçok etken *in vitro* çalışmalarda istatistiksel farklılıklara neden olabilmektedir. Hem *in vitro* deneylerle hem de klinik araştırmalarla bu konu üzerinde daha çok çalışma yapılması gerektiğini düşünüyoruz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Çalışmamızda elde edilen değerler kullanılan simanlardan bağımsız olarak değerlendirildiğinde, gütaperka çözücülerin bağlanma dayanımı üzerindeki etkileri birbirlerine göre farklı değildir. Ancak hiçbir çözücü uygulanmayan kontrol grubu örneklerinin bağlanma dayanımı çözücü uygulanan gruplara göre daha yüksek bulunmuştur.

2. Gütaperka çözücülerin 5 ve 10 dakika uygulanmaları ProRoot MTA'nın bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı bir etki oluşturmazken, 10 dakika portakal yağı uygulanması Biodentine'in bağlanma dayanımını anlamlı olarak azaltmıştır. Bu sonuca dayanarak; tekrarlanan kanal tedavisi işlemlerinde, eğer çözücü olarak portakal yağı kullanılacaksa, dentin üzerine direk uygulanacak materyalin Biodentine olmaması ya da Biodentine kullanılacaksa bile portakal yağının uygulama süresinin 5 dakika ile sınırlı tutulması önerilebilir.

3. Çözücü uygulanan gruplar arasında, kloroform uygulamasını takiben ProRoot MTA ile doldurulan grupta kontrol grubuna en yakın bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiştir. Bu durumda, klinik olarak en çok tercih edilen çözücü olan kloroformun eğer kök kanalı ProRoot MTA ile doldurulacaksa, bağlanma dayanımı açısından sakınca oluşturmayacağı söylenebilir.

4. Kanal tedavisi yenilenmesi işleminde kullanılan çözücüler, dentin üzerinde çeşitli etkiler oluşturarak ya da sonradan yerleştirilen dolgu maddesini etkileyerek bağlanma dayanımına etki edebilirler. Gelecekte, çözücülerin kök kanal yüzeyinden tamamen uzaklaşıp uzaklaşmadığı değerlendirilebilir, farklı uzaklaştırma yöntemleri ve sonrasında materyallerin bağlanma dayanımları yeni inceleme konusu olabilir.

KAYNAKLAR

- 1 Schilder, H. (1974) Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, 18, 269-296.
- 2 Sjögren, U., Hägglund, B., Sundqvist, G., Wing, K. (1990) Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of endodontics*, 16 (10), 498-504.
- 3 Ng, Y.L., Mann, V., Rahbaran, S., Lewsey, J., Gulabivala, K. (2007) Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature – Part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *International Endodontic Journal*, 40 (12), 921-939.
- 4 Torabinejad, M., Anderson, P., Bader, J., Brown, L.J., Chen, L.H., Goodacre, C.J. ve diğerleri. (2007) Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 98 (4), 285-311.
- 5 Kvist, T., Reit, C. (1999) Results of endodontic retreatment: A randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. *Journal of Endodontics*, 25 (12), 814-817.
- 6 Somma, F., Cammarota, G., Plotino, G., Grande, N.M., Pameijer, C.H. (2008) The Effectiveness of Manual and Mechanical Instrumentation for the Retreatment of Three Different Root Canal Filling Materials. *Journal of Endodontics*, 34 (4), 466-469.
- 7 Imura, N., Zuolo, M.L., Ferreira, M.O.F., Novo, N.F. (1996) Effectiveness of the Canal Finder and hand instrumentation in removal of gutta-percha root fillings during root canal retreatment. *International endodontic journal*, 29 (6), 382-386.
- 8 Ozyurek, T., Demiryurek, E.O. (2016) Efficacy of Different Nickel-titanium Instruments in Removing Gutta-percha during Root Canal Retreatment. *J Endod.*
- 9 Barrieshi-Nusair, K.M. (2002) Gutta-percha retreatment: effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. *Journal of Endodontics*, 28 (6), 454-456.
- 10 Wolcott, J.F., Himel, V.T., Hicks, M.L. (1999) Thermafil retreatment using a new “System B” technique or a solvent. *Journal of endodontics*, 25 (11), 761-764.
- 11 Lipski, M., Woźniak, K. (2003) In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperature rises during thermafil retreatment using system B. *Journal of endodontics*, 29 (6), 413-415.
- 12 Hunter, K.R., Doblecki, W., Pelleu, G.B. (1991) Halothane and eucalyptol as alternatives to chloroform for softening gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 17 (7), 310-312.

- 13 McDonald, M.N., Vire, D.E. (1992) Chloroform in the endodontic operator. *Journal of Endodontics*, 18 (6), 301-303.
- 14 Hansen, M.G. (1998) Relative efficiency of solvents used in endodontics. *Journal of Endodontics*, 24 (1), 38-40.
- 15 Main, C., Mirzayan, N., Shabahang, S., Torabinejad, M. (2004) Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *Journal of Endodontics*, 30 (2), 80-83.
- 16 Sanghavi, T., Shah, N., Shah, R.R. (2013) Comparative analysis of sealing ability of biodentin and calcium phosphate cement against mineral trioxide aggregate (MTA) as a furcal perforation repair material (an in vitro study).
- 17 Tran, D., He, J., Glickman, G.N., Woodmansey, K.F. (2016) Comparative Analysis of Calcium Silicate-based Root Filling Materials Using an Open Apex Model. *J Endod.*
- 18 Vizgirda, P.J., Liewehr, F.R., Patton, W.R., McPherson, J.C., Buxton, T. (2004) A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta-percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. *Journal of endodontics*, 30 (2), 103-106.
- 19 Torabinejad, M., Chivian, N. (1999) Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 25 (3), 197-205.
- 20 Roberts, H.W., Toth, J.M., Berzins, D.W., Charlton, D.G. (2008) Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dent Mater*, 24 (2), 149-164.
- 21 Oliveira, D.S., Cardoso, M.L., Queiroz, T.F., Silva, E.J., Souza, E.M., De-Deus, G. (2015) Suboptimal push-out bond strengths of calcium silicate-based sealers. *Int Endod J.*
- 22 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. *Journal of Conservative Dentistry*, 16 (5), 462.
- 23 Nagas, E., Cehreli, Z.C., Uyanik, M.O., Vallittu, P.K., Lassila, L.V. (2016) Effect of several intracanal medicaments on the push-out bond strength of ProRoot MTA and Biodentine. *Int Endod J*, 49 (2), 184-188.
- 24 Lee, Y.-L., Lin, F.-H., Wang, W.-H., Ritchie, H., Lan, W.-H., Lin, C.-P. (2007) Effects of EDTA on the hydration mechanism of mineral trioxide aggregate. *Journal of dental research*, 86 (6), 534-538.
- 25 Yan, P., Peng, B., Fan, B., Fan, M., Bian, Z. (2006) The effects of sodium hypochlorite (5.25%), Chlorhexidine (2%), and Glyde File Prep on the bond strength of MTA-dentin. *Journal of Endodontics*, 32 (1), 58-60.
- 26 Guneser, M.B., Akbulut, M.B., Eldeniz, A.U. (2013) Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of biodentine and conventional root perforation repair materials. *Journal of endodontics*, 39 (3), 380-384.

- 27 Hudson, D.A., Remeikis, N.A., Van Cura, J.E. (1992) Instrumentation of curved root canals: a comparison study. *Journal of endodontics*, 18 (9), 448-450.
- 28 Strindberg, L.Z. (1956). The dependence of the results of pulp therapy on certain factors: an analytic study based on radiographic and clinical follow-up examinations (c. 12): Mauritzon.
- 29 Bender, I., Seltzer, S., Soltanoff, W. (1966) Endodontic success—A reappraisal of criteria: Part I. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 22 (6), 780-789.
- 30 Friedman, S., Mor, C. (2004) The success of endodontic therapy healing and functionality. *CDA J*, 32 (6), 493-503.
- 31 Hargreaves, K.M., Berman, L.H. (2015). Cohen's pathways of the pulp expert consult: Elsevier Health Sciences, chapter 8, 347.
- 32 <http://www.nxtbook.com/nxtbooks/aae/guidetoclinicalendodontics6/>.
- 33 Fristad, I., Molven, O., Halse, A. (2004) Nonsurgically retreated root filled teeth—radiographic findings after 20–27 years. *International endodontic journal*, 37 (1), 12-18.
- 34 de Chevigny, C., Dao, T.T., Basrani, B.R., Marquis, V., Farzaneh, M., Abitbol, S. ve diğerleri. (2008) Treatment outcome in endodontics: the Toronto study—phases 3 and 4: orthograde retreatment. *Journal of Endodontics*, 34 (2), 131-137.
- 35 Schilder, H. (2006) Filling root canals in three dimensions. *Journal of endodontics*, 32 (4), 281-290.
- 36 Goodman, A., Schilder, H., Aldrich, W. (1974) The thermomechanical properties of gutta-percha. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 37 (6), 954-961.
- 37 KM Hargreaves, L.B. (2015). Cohen's pathways of the pulp, chapter 8, 349
- 38 Lee, F.S., Van Cura, J.E., BeGole, E. (1998) A comparison of root surface temperatures using different obturation heat sources. *Journal of endodontics*, 24 (9), 617-620.
- 39 Wourms, D.J., Campbell, A.D., Hicks, M.L., Pelleu, G.B. (1990) Alternative solvents to chloroform for gutta-percha removal. *Journal of endodontics*, 16 (5), 224-226.
- 40 Wennberg, A., Ørstavik, D. (1989) Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. *Dental Traumatology*, 5 (5), 234-237.
- 41 Chong, B.S., Pitt Ford, T.R. (1996) Endodontic retreatment. 2: Methods. *Dental update*, 23 (9), 384-387, 390.
- 42 Ruddle, C. (2004) Nonsurgical Retreatment. *Journal of Endodontics*, 30 (12), 827-845.

- 43 HÜLsmann, M.,Stotz, S. (1997) Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *International Endodontic Journal*, 30 (4), 227-233.
- 44 Metzger, Z.,Ben-Amar, A. (1995) Removal of overextended gutta-percha root canal fillings in endodontic failure cases. *Journal of Endodontics*, 21 (5), 287-288.
- 45 Hülsmann, M.,Bluhm, V. (2004) Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *International Endodontic Journal*, 37 (7), 468-476.
- 46 Baratto Filho, F., Ferreira, E.,Fariniuk, L. (2002) Efficiency of the 0.04 taper ProFile during the re-treatment of gutta-percha-filled root canals. *International Endodontic Journal*, 35 (8), 651-654.
- 47 Wilcox, L.R.,Swift, M.L. (1991) Endodontic retreatment in small and large curved canals. *Journal of Endodontics*, 17 (7), 313-315.
- 48 Ferreira, J., Rhodes, J.,Pitt Ford, T. (2001) The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *International Endodontic Journal*, 34 (4), 267-274.
- 49 Teplitsky, P., Rayner, D., Chin, I.,Markowsky, R. (1992) Gutta percha removal utilizing GPX instrumentation. *Journal (Canadian Dental Association)*, 58 (1), 53-58.
- 50 Betti, L.,Bramante, C. (2001) Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *International Endodontic Journal*, 34 (7), 514-519.
- 51 Bramante, C.M.,Betti, L.V. (2000) Efficacy of Quantec rotary instruments for gutta-percha removal. *International Endodontic Journal*, 33 (5), 463-467.
- 52 Saunders, E. (1990) In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. Part I. Temperature levels at the external surface of the root. *International endodontic journal*, 23 (5), 263-267.
- 53 Saunders, E. (1990) In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compactionof gutta-percha. Part II. Histological response to temperature elevation on the external surface of the root. *International endodontic journal*, 23 (5), 268-274.
- 54 Martos, J., Gastal, M.T., Sommer, L., Lund, R.G., Del Pino, F.A.,Osinaga, P.W. (2006) Dissolving efficacy of organic solvents on root canal sealers. *Clin Oral Investig*, 10 (1), 50-54.
- 55 Uemura, M., Hata, G.-i., Toda, T.,Weine, F.S. (1997) Effectiveness of eucalyptol and d-limonene as gutta-percha solvents. *Journal of Endodontics*, 23 (12), 739-741.
- 56 Kaplowitz, G.J. (1996) Using rectified turpentine oil in endodontic retreatment. *Journal of endodontics*, 22 (11), 621.

- 57 Martos, J., Bassotto, A.P., Gonzalez-Rodriguez, M.P., Ferrer-Luque, C.M. (2011) Dissolving efficacy of eucalyptus and orange oil, xylol and chloroform solvents on different root canal sealers. *Int Endod J*, 44 (11), 1024-1028.
- 58 Erdemir, A., Eldeniz, A.U., Belli, S. (2004) Effect of gutta-percha solvents on mineral contents of human root dentin using ICP-AES technique. *J Endod*, 30 (1), 54-56.
- 59 Ribeiro, D.A., Matsumoto, M.A., Marques, M.E., Salvadori, D.M. (2007) Biocompatibility of gutta-percha solvents using in vitro mammalian test-system. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103 (5), e106-e109.
- 60 Tamse, A., Unger, U., Metzger, Z., Rosenberg, M. (1986) Gutta-percha solvents—a comparative study. *Journal of endodontics*, 12 (8), 337-339.
- 61 Chutich, M.J., Kaminski, E.J., Miller, D.A., Lautenschlager, E.P. (1998) Risk assessment of the toxicity of solvents of gutta-percha used in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics*, 24 (4), 213-216.
- 62 Schuur, A., Moorer, W., Wesselink, P. (2004) [Solvents for the removal of gutta-percha from root canals. 2. Side effects of chloroform, halothane and xylene]. *Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde*, 111 (8), 303-306.
- 63 Health, U.D.o., Services, H. (1993) Hazardous substances data bank (HSDB, online database). *National Toxicology Information Program, National Library of Medicine, Bethesda, MD*.
- 64 Emboava, J.D.P.J.C., BARBIN, S.E.L. (1993) In vitro study on the softening of gutta-percha cones in endodontic retreatment. *Brazilian dental journal*, 4 (1), 43-47.
- 65 Oyama, K.O.N., Siqueira, E.L., Santos, M.d. (2002) In vitro study of effect of solvent on root canal retreatment. *Brazilian dental journal*, 13 (3), 208-211.
- 66 Barbosa, S.V., Burkard, D.H., Spångberg, L.S. (1994) Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *Journal of endodontics*, 20 (1), 6-8.
- 67 Görduysus, M.Ö., Tasman, F., Tuncer, S., Etikan, I. (1997) Solubilizing efficiency of different gutta-percha solvents: A comparative study. *The Journal of Nihon University School of Dentistry*, 39 (3), 133-135.
- 68 Kandyala, R., Raghavendra, S.P.C., Rajasekharan, S.T. (2010) Xylene: An overview of its health hazards and preventive measures. *Journal of oral and maxillofacial pathology*, 14 (1), 1.
- 69 Scelza, M.F.Z., Oliveira, L.R.L., Carvalho, F.B., Faria, S.C.-R. (2006) In vitro evaluation of macrophage viability after incubation in orange oil, eucalyptol, and chloroform. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 102 (3), e24-e27.
- 70 Scelza, M.F.Z., Coil, J.M., Maciel, A.C.d.C., Oliveira, L.R.L., Scelza, P. (2008) Comparative SEM evaluation of three solvents used in endodontic retreatment: an ex vivo study. *Journal of Applied Oral Science*, 16 (1), 24-29.

- 71 Hygienists, A.C.o.G.I. (1995). Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices [Bildiri].
- 72 Goldberg, M., Kulkarni, A.B., Young, M., Boskey, A. (2011) Dentin: Structure, Composition and Mineralization: The role of dentin ECM in dentin formation and mineralization. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*, 3, 711.
- 73 Schilke, R., Lisson, J.A., Bauß, O., Geurtsen, W. (2000) Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Archives of Oral Biology*, 45 (5), 355-361.
- 74 Doğan, H., Taşman, F., Cehreli, Z. (2001) Effect of gutta-percha solvents at different temperatures on the calcium, phosphorus and magnesium levels of human root dentin. *Journal of oral rehabilitation*, 28 (8), 792-796.
- 75 GÜNEŞER, M.B., ARSLAN, D., DİNÇER, A.N. (2016) Kök Kanal Dentinin Mikrosertliğine Çeşitli Gütaperka Çözücülerinin Etkisi. *Türkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi*, 22 (2).
- 76 Asgary, S., Eghbal, M.J., Parirokh, M. (2008) Sealing ability of a novel endodontic cement as a root-end filling material. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 87 (3), 706-709.
- 77 Schwartz, R.S., Mauger, M., Clement, D.J., Walker, W.A. (1999) MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE: A NEW MATERIAL FOR ENDODONTICS. *The Journal of the American Dental Association*, 130 (7), 967-975.
- 78 FORD, T.R.P., Torabinejad, M., ABEDI, H.R., BAKLAND, L.K., KARIYAWASAM, S.P. (1996) Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *The Journal of the American Dental Association*, 127 (10), 1491-1494.
- 79 Nowicka, A., Lipski, M., Parafiniuk, M., Sporniak-Tutak, K., Lichota, D., Kosierkiewicz, A. ve diğerleri. (2013) Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 39 (6), 743-747.
- 80 Borkar, S.A., Ataide, I. (2015) Biodentine pulpotomy several days after pulp exposure: Four case reports. *Journal of Conservative Dentistry*, 18 (1), 73.
- 81 Eghbal, M.J., Asgary, S., Baglue, R.A., Parirokh, M., Ghoddusi, J. (2009) MTA pulpotomy of human permanent molars with irreversible pulpitis. *Australian Endodontic Journal*, 35 (1), 4-8.
- 82 Giuliani, V., Baccetti, T., Pace, R., Pagavino, G. (2002) The use of MTA in teeth with necrotic pulps and open apices1. *Dental Traumatology*, 18 (4), 217-221.
- 83 Khetarpal, A., Chaudhary, S., Talwar, S., Verma, M. (2014) Endodontic management of open apex using Biodentine as a novel apical matrix. *Indian Journal of Dental Research*, 25 (4), 513.
- 84 Bogen, G., Kuttler, S. (2009) Mineral trioxide aggregate obturation: a review and case series. *J Endod*, 35 (6), 777-790.

- 85 Islam, I., Chng, H.,Yap, A. (2006) X-ray diffraction analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *International endodontic journal*, 39 (3), 220-225.
- 86 Dammaschke, T., Gerth, H.U., Zuchner, H.,Schafer, E. (2005) Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dent Mater*, 21 (8), 731-738.
- 87 Sarkar, N.K., Caicedo, R., Ritwik, P., Moiseyeva, R.,Kawashima, I. (2005) Physicochemical Basis of the Biologic Properties of Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics*, 31 (2), 97-100.
- 88 Kratchman, S.I. (2004) Perforation repair and one-step apexification procedures. *Dental Clinics*, 48 (1), 291-307.
- 89 Camilleri, J.,Pitt Ford, T.R. (2006) Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J*, 39 (10), 747-754.
- 90 Asgary, S., Parirokh, M., Eghbal, M.J.,Brink, F. (2005) Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 31 (2), 101-103.
- 91 Camilleri, J., Montesin, F.E., Brady, K., Sweeney, R., Curtis, R.V.,Ford, T.R. (2005) The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater*, 21 (4), 297-303.
- 92 Camilleri, J. (2007) Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 40 (6), 462-470.
- 93 Dammaschke, T., Gerth, H.U., Züchner, H.,Schäfer, E. (2005) Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dental Materials*, 21 (8), 731-738.
- 94 Torabinejad, M., Hong, C., McDonald, F.,Ford, T.P. (1995) Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of endodontics*, 21 (7), 349-353.
- 95 Turker, S.A.,Uzunoglu, E. (2015) Effect of powder-to-water ratio on the push-out bond strength of white mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol*.
- 96 Lee, Y.-L., Lee, B.-S., Lin, F.-H., Lin, A.Y., Lan, W.-H.,Lin, C.-P. (2004) Effects of physiological environments on the hydration behavior of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials*, 25 (5), 787-793.
- 97 Walker, M.P., Diliberto, A.,Lee, C. (2006) Effect of setting conditions on mineral trioxide aggregate flexural strength. *Journal of endodontics*, 32 (4), 334-336.
- 98 Torabinejad, M., Watson, T.,Ford, T.P. (1993) Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *Journal of endodontics*, 19 (12), 591-595.
- 99 Enkel, B., Dupas, C., Armengol, V., Akpe Adou, J., Bosco, J., Daculsi, G. ve diğerleri. (2008) Bioactive materials in endodontics. *Expert review of medical devices*, 5 (4), 475-494.

- 100 Moretton, T.R., Brown, C.E., Legan, J.J., Kafrawy, A. (2000) Tissue reactions after subcutaneous and intraosseous implantation of mineral trioxide aggregate and ethoxybenzoic acid cement. *Journal of biomedical materials research*, 52 (3), 528-533.
- 101 Witherspoon, D.E., Ham, K. (2001) One-visit apexification: technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*, 13 (6), 455-466.
- 102 Ford, T.R.P., Torabinejad, M., McKendry, D.J., Hong, C.-U., Kariyawasam, S.P. (1995) Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 79 (6), 756-763.
- 103 Dawood, A.E., Parashos, P., Wong, R.H., Reynolds, E.C., Manton, D.J. (2015) Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications. *Journal of investigative and clinical dentistry*.
- 104 de Miranda Candeiro, G.T., Correia, F.C., Duarte, M.A.H., Ribeiro-Siqueira, D.C., Gavini, G. (2012) Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *Journal of endodontics*, 38 (6), 842-845.
- 105 Zhou, H.-m., Shen, Y., Zheng, W., Li, L., Zheng, Y.-f., Haapasalo, M. (2013) Physical properties of 5 root canal sealers. *Journal of Endodontics*, 39 (10), 1281-1286.
- 106 Damas, B.A., Wheeler, M.A., Bringas, J.S., Hoen, M.M. (2011) Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and EndoSequence bioceramic root repair materials. *Journal of Endodontics*, 37 (3), 372-375.
- 107 Shokouhinejad, N., Nekoofar, M.H., Razmi, H., Sajadi, S., Davies, T.E., Saghiri, M. ve diğ erleri. (2012) Bioactivity of EndoSequence root repair material and bioaggregate. *International endodontic journal*, 45 (12), 1127-1134.
- 108 Abbaszadegan, A., Sedigh Shams, M., Jamshidi, Y., Parashos, P., Bagheri, R. (2015) Effect of calcium chloride on physical properties of calcium-enriched mixture cement. *Australian Endodontic Journal*, 41 (3), 117-121.
- 109 Kayahan, M.B., Nekoofar, M.H., McCann, A., Sunay, H., Kaptan, R.F., Meraji, N. ve diğ erleri. (2013) Effect of Acid Etching Procedures on the Compressive Strength of 4 Calcium Silicate-based Endodontic Cements. *Journal of endodontics*, 39 (12), 1646-1648.
- 110 Asgary, S., Nosrat, A., Seifi, A. (2011) Management of inflammatory external root resorption by using calcium-enriched mixture cement: a case report. *Journal of endodontics*, 37 (3), 411-413.
- 111 Nosrat, A., Asgary, S., Eghbal, M.J., Ghoddusi, J., Bayat-Movahed, S. (2011) Calcium-enriched mixture cement as artificial apical barrier: A case series. *Journal of Conservative Dentistry*, 14 (4), 427.
- 112 Nosrat, A., Asgary, S. (2010) Apexogenesis of a symptomatic molar with calcium enriched mixture. *International endodontic journal*, 43 (10), 940-944.

- 113 Ghajari, M.F., Jeddi, T.A., Iri, S.,Asgary, S. (2010) Direct pulp-capping with calcium enriched mixture in primary molar teeth: a randomized clinical trial. *Iranian endodontic journal*, 5 (1), 27-30.
- 114 Asgary, S., Nosrat, A.,Homayounfar, N. (2012) Periapical healing after direct pulp capping with calcium-enriched mixture cement: a case report. *Operative dentistry*, 37 (6), 571-575.
- 115 Asgary, S.,Eghbal, M.J. (2010) The effect of pulpotomy using a calcium-enriched mixture cement versus one-visit root canal therapy on postoperative pain relief in irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *Odontology*, 98 (2), 126-133.
- 116 Nosrat, A., Seifi, A.,Asgary, S. (2013) Pulpotomy in caries-exposed immature permanent molars using calcium-enriched mixture cement or mineral trioxide aggregate: a randomized clinical trial. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 23 (1), 56-63.
- 117 Camilleri, J., Kralj, P., Veber, M.,Sinagra, E. (2012) Characterization and analyses of acid-extractable and leached trace elements in dental cements. *International endodontic journal*, 45 (8), 737-743.
- 118 http://endo.bg/image/data/files/DiaRoot_Booklet.pdf
- 119 Saghiri, M.A., Nazari, A., Garcia-Godoy, F., Asatourian, A., Malekzadeh, M.,Elyasi, M. (2013) Mechanical response of dental cements as determined by nanoindentation and scanning electron microscopy. *Microsc Microanal*, 19, 1458-1464.
- 120 Grech, L., Mallia, B.,Camilleri, J. (2013) Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dental Materials*, 29 (2), e20-e28.
- 121 Hashem, A.A.R.,Amin, S.A.W. (2012) The effect of acidity on dislodgment resistance of mineral trioxide aggregate and bioaggregate in furcation perforations: an in vitro comparative study. *Journal of endodontics*, 38 (2), 245-249.
- 122 Tuna, E.B., Dinçol, M.E., Gençay, K.,Aktören, O. (2011) Fracture resistance of immature teeth filled with BioAggregate, mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Dental Traumatology*, 27 (3), 174-178.
- 123 Grech, L., Mallia, B.,Camilleri, J. (2013) Characterization of set Intermediate Restorative Material, Biodentine, Bioaggregate and a prototype calcium silicate cement for use as root-end filling materials. *International endodontic journal*, 46 (7), 632-641.
- 124 Memiş Özgül, B., Bezgin, T., Şahin, C.,Sarı, Ş. (2015) Resistance to leakage of various thicknesses of apical plugs of Bioaggregate using liquid filtration model. *Dental Traumatology*, 31 (3), 250-254.
- 125 Chang, S.-W., Lee, S.-Y., Kum, K.-Y.,Kim, E.-C. (2014) Effects of ProRoot MTA, Bioaggregate, and Micromega MTA on odontoblastic differentiation in human dental pulp cells. *Journal of endodontics*, 40 (1), 113-118.

- 126 Shayegan, A., Jurysta, C., Atash, R., Petein, M., Abbeele, A.V. (2012) Biodentine used as a pulp-capping agent in primary pig teeth. *Pediatric dentistry*, 34 (7), 202E-208E.
- 127 Nikhil, V., Arora, V., Jha, P., Verma, M. (2012) Non surgical management of trauma induced external root resorption at two different sites in a single tooth with Biodentine: A case report. *Endodontology*, 24 (2), 150-155.
- 128 TEIXEIRA, F.B., Teixeira, E.C., Thompson, J., Leinfelder, K.F., Trope, M. (2004) Dentinal bonding reaches the root canal system. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 16 (6), 348-354.
- 129 Mjör, I., Smith, M., Ferrari, M., Mannocci, F. (2001) The structure of dentine in the apical region of human teeth. *International Endodontic Journal*, 34 (5), 346-353.
- 130 Paqué, F., Luder, H., Sener, B., Zehnder, M. (2006) Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canals. *International Endodontic Journal*, 39 (1), 18-25.
- 131 Muniz, L., Mathias, P. (2005) The influence of sodium hypochlorite and root canal sealers on post retention in different dentin regions. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*, 30 (4), 533.
- 132 Ari, H., Yaşar, E., Belli, S. (2003) Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. *Journal of Endodontics*, 29 (4), 248-251.
- 133 Hong, S.-T., Bae, K.-S., Baek, S.-H., Kum, K.-Y., Shon, W.-J., Lee, W. Effects of Root Canal Irrigants on the Push-out Strength and Hydration Behavior of Accelerated Mineral Trioxide Aggregate in its Early Setting Phase. *Journal of Endodontics*, 36 (12), 1995-1999.
- 134 Gettleman, B.H., Messer, H.H., ElDeeb, M.E. (1991) Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *Journal of Endodontics*, 17 (1), 15-20.
- 135 Reyhani, M.F., Ghasemi, N., Rahimi, S., Milani, A.S., Mokhtari, H., Shakouie, S. ve diğerleri. (2014) Push-out bond strength of Dorifill, Epiphany and MTA-Fillapex sealers to root canal dentin with and without smear layer. *Iranian endodontic journal*, 9 (4), 246-250.
- 136 EL-Ma'aita, A.M., Qualtrough, A.J., Watts, D.C. (2013) The effect of smear layer on the push-out bond strength of root canal calcium silicate cements. *Dental Materials*, 29 (7), 797-803.
- 137 Huffman, B.P., Mai, S., Pinna, L., Weller, R.N., Primus, C.M., Gutmann, J.L. ve diğerleri. (2009) Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. *Int Endod J*, 42 (1), 34-46.
- 138 Gancedo-Caravia, L., Garcia-Barbero, E. (2006) Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *Journal of Endodontics*, 32 (9), 894-896.

- 139 Parirokh, M., Torabinejad, M. (2010) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod*, 36 (1), 16-27.
- 140 Rajasekharan, S., Martens, L.C., Cauwels, R.G., Verbeeck, R.M. (2014) Biodentine material characteristics and clinical applications: a review of the literature. *Eur Arch Paediatr Dent*, 15 (3), 147-158.
- 141 Camilleri, J. (2013) Investigation of Biodentine as dentine replacement material. *Journal of dentistry*, 41 (7), 600-610.
- 142 Poplai, G., Jadhav, S., Hegde, V. (2012) Effect of acidic environment on the push-out bond strength of Biodentine TM. *World J Dentistry*, 3, 313-315.
- 143 Shokouhinejad, N., Nekoofar, M.H., Iravani, A., Kharrazifard, M.J., Dummer, P.M. (2010) Effect of acidic environment on the push-out bond strength of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 36 (5), 871-874.
- 144 Rasmussen, S.T. (1996) Analysis of dental shear bond strength tests, shear or tensile? *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 16 (3), 147-154.
- 145 Roydhouse, R.H. (1970) Punch-shear test for dental purposes. *Journal of dental research*, 49 (1), 131-136.
- 146 Loxley, E.C., Liewehr, F.R., Buxton, T., McPherson, J. (2003) The effect of various intracanal oxidizing agents on the push-out strength of various perforation repair materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 95 (4), 490-494.
- 147 Pashley, D., Michelich, V., Kehl, T. (1981) Dentin permeability: effects of smear layer removal. *The Journal of prosthetic dentistry*, 46 (5), 531-537.
- 148 Goldstein, J., Newbury, D.E., Echlin, P., Joy, D.C., Romig Jr, A.D., Lyman, C.E. ve diğerleri. (2012). Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis: a text for biologists, materials scientists, and geologists: Springer Science & Business Media.
- 149 Paradella, T.C., Bottino, M.A. (2012) Scanning Electron Microscopy in modern dentistry research. *Brazilian Dental Science*, 15 (2), 43-48.
- 150 Souza, S.d.F.C., Francci, C., Bombana, A.C., Kenshima, S., Barroso, L.P., D'Agostino, L.Z. ve diğerleri. (2012) Qualitative SEM/EDS analysis of microleakage and apical gap formation of adhesive root-filling materials. *Journal of Applied Oral Science*, 20 (3), 329-334.
- 151 Patierno, J., Rueggeberg, F., Anderson, R., Weller, R., Pashley, D.H. (1996) Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Dental Traumatology*, 12 (5), 227-236.
- 152 Salem Milani, A., Froughreyhani, M., Charchi Aghdam, S., Pournaghiazar, F., Asghari Jafarabadi, M. (2013) Mixing with Propylene Glycol Enhances the Bond Strength of Mineral Trioxide Aggregate to Dentin. *Journal of Endodontics*, 39 (11), 1452-1455.

- 153 Torabinejad, M., Corr, R., Handysides, R., Shabahang, S. (2009) Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *J Endod*, 35 (7), 930-937.
- 154 Pommel, L., About, I., Pashley, D., Camps, J. (2003) Apical Leakage of Four Endodontic Sealers. *Journal of Endodontics*, 29 (3), 208-210.
- 155 Carvalho, R.M., Tjäderhane, L., Manso, A.P., Carrilho, M.R., Carvalho, C.A.R. (2009) Dentin as a bonding substrate. *Endodontic Topics*, 21 (1), 62-88.
- 156 Sudsangiam, S., van Noort, R. (1999) Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *Journal of Adhesive Dentistry*, 1 (1).
- 157 Collares, F., Portella, F., Rodrigues, S., Celeste, R., Leitune, V., Samuel, S. (2015) The influence of methodological variables on the push-out resistance to dislodgement of root filling materials: a meta-regression analysis. *International endodontic journal*.
- 158 Babb, B.R., Loushine, R.J., Bryan, T.E., Ames, J.M., Causey, M.S., Kim, J. ve diğ erleri. (2009) Bonding of self-adhesive (self-etching) root canal sealers to radicular dentin. *Journal of Endodontics*, 35 (4), 578-582.
- 159 Bouillaguet, S., Troesch, S., Wataha, J.C., Krejci, I., Meyer, J.-M., Pashley, D.H. (2003) Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dental Materials*, 19 (3), 199-205.
- 160 Nagas, E., Uyanik, O., Durmaz, V., Cehreli, Z. (2011) Effect of plunger diameter on the push-out bond values of different root filling materials. *International endodontic journal*, 44 (10), 950-955.
- 161 Pichardo, M.R., George, S.W., Bergeron, B.E., Jeansonne, B.G., Rutledge, R. (2006) Apical leakage of root-end placed SuperEBA, MTA, and Geristore restorations in human teeth previously stored in 10% formalin. *Journal of endodontics*, 32 (10), 956-959.
- 162 Türker, S.A., Uzunoğlu, E., Bilgin, B. (2016) Comparative evaluation of push-out bond strength of Neo MTA Plus with Biodentine and white ProRoot MTA.
- 163 Eren, S.K., AKSEL, H., SERPER, A. Effect of placement technique on the push-out bond strength of calcium-silicate based cements. *Dental Materials Journal*, 2016-2094.
- 164 Şen, B., Wesselink, P., Türkün, M. (1995) The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *International Endodontic Journal*, 28 (3), 141-148.
- 165 Kokkas, A.B., Boutsoukis, A.C., Vassiliadis, L.P., Stavrianos, C.K. (2004) The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *Journal of Endodontics*, 30 (2), 100-102.
- 166 Eldeniz, A.U., Erdemir, A., Belli, S. (2005) Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *Journal of Endodontics*, 31 (4), 293-296.

- 167 Kouvas, V., Liolios, E., Vassiliadis, I., Parissis-Messimeris, S.,Boutsioukis, A. (1998) Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. *Dental Traumatology*, 14 (4), 191-195.
- 168 Garberoglio, R.,Brännström, M. (1976) Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archives of Oral Biology*, 21 (6), 355-362.
- 169 Ha, W.N., Shakibaie, F., Kahler, B.,Walsh, L.J. (2016) Deconvolution of the particle size distribution of ProRoot MTA and MTA Angelus. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, 2 (1), 7-11.
- 170 Çalt, S.,Serper, A. (2002) Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *Journal of Endodontics*, 28 (1), 17-19.
- 171 Rödiger, T., Kupis, J., Konietschke, F., Dullin, C., Drebenstedt, S.,Hülsmann, M. (2014) Comparison of hand and rotary instrumentation for removing gutta-percha from previously treated curved root canals: a microcomputed tomography study. *International endodontic journal*, 47 (2), 173-182.
- 172 Rached-Junior, F., Sousa-Neto, M., Souza-Gabriel, A., Duarte, M.,Silva-Sousa, Y. (2014) Impact of remaining zinc oxide-eugenol-based sealer on the bond strength of a resinous sealer to dentine after root canal retreatment. *International endodontic journal*, 47 (5), 463-469.
- 173 Erdemir, A., Eldeniz, A., Belli, S.,Pashley, D. (2004) Effect of Solvents on Bonding to Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics*, 30 (8), 589-592.
- 174 Guedes, O.A., S. Chaves, G., H. G. Alencar, A., H. Borges, Á., R. A. Estrela, C., J. Soares, C. ve diğerleri. (2014) Effect of gutta-percha solvents on fiberglass post bond strength to root canal dentin. *Journal of Oral Science*, 56 (2), 105-112.
- 175 Moshonov, J., Trope, M.,Friedman, S. (1994) Retreatement efficacy 3 months after obturation using glass ionomer cement, zinc oxide-eugenol, and epoxy resin sealers. *Journal of Endodontics*, 20 (2), 90-92.
- 176 Schirrmeister, J.F., Wrbas, K.-T., Schneider, F.H., Altenburger, M.J.,Hellwig, E. (2006) Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101 (4), 542-547.
- 177 Schirrmeister, J.F., Wrbas, K.-T., Meyer, K.M., Altenburger, M.J.,Hellwig, E. (2006) Efficacy of Different Rotary Instruments for Gutta-Percha Removal in Root Canal Retreatement. *Journal of Endodontics*, 32 (5), 469-472.
- 178 Takahashi, C.M., Cunha, R.S., De Martin, A.S., Fontana, C.E., Silveira, C.F.M.,da Silveira Bueno, C.E. (2009) In Vitro Evaluation of the Effectiveness of ProTaper Universal Rotary Retreatement System for Gutta-Percha Removal with or without a Solvent. *Journal of Endodontics*, 35 (11), 1580-1583.
- 179 Giuliani, V., Cocchetti, R.,Pagavino, G. (2008) Efficacy of ProTaper Universal Retreatement Files in Removing Filling Materials during Root Canal Retreatement. *Journal of Endodontics*, 34 (11), 1381-1384.

- 180 Schäfer, E., Zandbiglari, T. (2002) A comparison of the effectiveness of chloroform and eucalyptus oil in dissolving root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 93 (5), 611-616.
- 181 Magalhães, B.S., Johann, J.E., Lund, R.G., Martos, J., Del Pino, F.A.B. (2007) Dissolving efficacy of some organic solvents on gutta-percha. *Brazilian oral research*, 21 (4), 303-307.
- 182 Kaufman, D., Mor, C., Stabholz, A., Rotstein, I. (1997) Effect of gutta-percha solvents on calcium and phosphorus levels of cut human dentin. *Journal of endodontics*, 23 (10), 614-615.
- 183 Topcuoglu, H.S., Demirbuga, S., Pala, K., Cayabatmaz, M., Topcuoglu, G. (2015) The bond strength of adhesive resins to AH plus contaminated dentin cleaned by various gutta-percha solvents. *Scanning*, 37 (2), 138-144.
- 184 Whitworth, J., Boursin, E. (2000) Dissolution of root canal sealer cements in volatile solvents. *International endodontic journal*, 33 (1), 19-24.
- 185 Barcelona, M.J. (1979) Human exposure to chloroform in a coastal urban environment. *Journal of Environmental Science & Health Part A*, 14 (4), 267-283.
- 186 Alsubait, S.A., Hashem, Q., AlHargan, N., AlMohimeed, K., Alkahtani, A. (2014) Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, bioaggregate and biodentine. *The journal of contemporary dental practice*, 15 (3), 336.
- 187 Neoptolemos, J., Hofmann, A., Moossa, A. (1986) Chemical treatment of stones in the biliary tree. *British journal of surgery*, 73 (7), 515-524.
- 188 Igimi, H., Hisatsugu, T., Nishimura, M. (1976) The use of d-limonene preparation as a dissolving agent of gallstones. *The American journal of digestive diseases*, 21 (11), 926-939.
- 189 Stringer, M.D., Soloway, R.D., Taylor, D.R., Riyad, K., Toogood, G. (2007) Calcium carbonate gallstones in children. *Journal of pediatric surgery*, 42 (10), 1677-1682.
- 190 Liu, T., Guo, Y., Gao, Z., Chen, Z., Jiang, X. (2008) Bioequivalence evaluation of two D-limonene capsule formulations in healthy Chinese volunteers. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 63 (10), 718-721.
- 191 Camilleri, J., Sorrentino, F., Damidot, D. (2013) Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dental Materials*, 29 (5), 580-593.
- 192 Kelly, E., Williams, J.D., Organ Jr, C.H. (2000) A history of the dissolution of retained choledocholithiasis. *The American Journal of Surgery*, 180 (2), 86-98.
- 193 Hashem, D.F., Foxton, R., Manoharan, A., Watson, T.F., Banerjee, A. (2014) The physical characteristics of resin composite–calcium silicate interface as part of a layered/laminate adhesive restoration. *Dental Materials*, 30 (3), 343-349.

EKLER

Ek-1



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 -1160

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 04.11.2015 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2015/22
Proje No : GO 15/665 (Değerlendirme Tarihi: 21.10.2015)
Karar No : GO 15/665 - 01

Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Bahar ÖZÇELİK'in sorumlu araştırmacı olduğu, Doç. Dr. Özgür UYANIK ve Doç. Dr. Emre NAGAŞ ile birlikte çalışacakları Arş. Gör. İdil ARIKER'in tezi olan GO 15/665 kayıt numaralı ve "Farklı Gütaperka Çözücülerin Kalsiyum Silikat İçerikli Kök Kanal Dolgu Materyallerinin Kök Kanalına Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|---|--|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan) | 9 Prof. Dr. Rahime Nohutçu (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken (Üye) | 10. Prof. Dr. R. Köksal Özgül (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara (Üye) | 11. Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu (Üye) | 12. Prof. Dr. Leyla Dinç (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmenşüer (Üye) | 13. Prof. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu (Üye) |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) | İZİNLI |
| 7. Prof. Dr. Ali Düzova (Üye) | 14. Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye) |
| 8. Prof. Dr. Levent Akın (Üye) | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye) |
| | 16. Av. Meltem Onurlu (Üye) |