

Bioaggregate ile kapatılan kök ucu dolgularının kalınlığının apikal sızdırmazlığına etkisi**Effect of bioaggregate thickness on the apical sealing of root-end filling**Melike Bayram, DDS, PhD,^a Emre Bayram, DDS, PhD,^a Alperen Bozkurt, DDS,^b^aGaziosmanpaşa Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Tokat, Türkiye.^bSelçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Konya, Türkiye.

Received: 08 January 2013

Accepted: 05 June 2013

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Bioaggregate'in farklı kalınlıklarda uygulayarak bilgisayarlı sıvı filtrasyon yöntemiyle sızıntı miktarlarını belirlemektir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma için 50 adet tek köklü insan dişi seçildi. Kök kanalları Ni-Ti aletler yardımıyla ekillendirildi, irrigasyon ajanı olarak %5 Sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonu kullanıldı. Daha sonra dişler gutta-perka ve AH plus kanal patı ile dolduruldu. Kök ucu rezeksiyonunu ardından dişler her biri 10 örnek içeren 4 deney grubuna, her biri 5 örnek içeren pozitif ve negatif kontrol gruplarına ayrıldı. Kök ucu kavite derinlikleri sırasıyla; Grup 1: 1mm, Grup 2: 2mm, Grup 3: 3mm, Grup 4: 6mm. Kök ucu kavite irrije edildi ve kurulandı. Sonrasında bütün kök ucu kavite Bioaggregate ile dolduruldu. Sızıntı miktarı, bilgisayarlı sıvı filtrasyon modeli kullanılarak belirlendi.

Bulgular: Pozitif kontrol grubunda yüksek balon hareketi gözlemlendi. Negatif kontrol grubunda ise herhangi bir hareket gözlenmedi. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; grup 1 diğer tüm gruplardan daha fazla sızıntı gösterdi ($p < 0.001$). Grup 1 ile grup 3 arasında istatistiksel fark bulunmazken, grup 2 ile grup 3 arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamsız bulundu. Ayrıca, grup 3 ve grup 4 arasında da istatistiksel olarak fark bulunamadı ($p > 0.001$).

Sonuç: Bu çalışmaya göre Bioaggregate kök ucu dolgu materyali kullanıldığında, kök ucu kavitesi kalınlığı minimum 3mm ve üstü olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Apikal sızıntı, kök ucu dolgu materyali, seramikler.

ABSTRACT

Objectives: The purpose of this study was to compare the ability of different cavity thickness of Bioaggregate to prevent microleakage using computerized fluid filtration method.

Materials and Methods: Fifty single-rooted human teeth were selected for this study. The root canals were prepared with Ni-Ti rotary files with 5% Sodium hypochloride (NaOCl) solution as the irrigant. Then sealed with gutta-percha points (DiaDent@GuttaPercha Points, Seul, South Korea) and AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). After root end resection, fifty teeth were randomly selected into 1 of 4 test groups containing 10 teeth each, and positive and negative control groups containing 5 teeth each. Group 1: 1mm, Group 2: 2mm, Group 3: 3mm, Group 4: 6mm cavity thickness. And then all prepared root-end cavities filled with Bioaggregate. Leakage was evaluated using with a computerized fluid filtration model.

Results: Statistical analysis showed that group 1 leaked more than all other groups ($p < 0.001$). There was a significant difference between group 1 and group 3 ($p < 0.001$), and also there was a significant difference between group 2 and group 3. In contrast there was no significant difference between group 3 and group 4 ($p > 0.001$).

Conclusions: According to this study, the thickness of root end cavity must be minimum 3 mm and more when Bioaggregate root end filling material is used.

Keywords: Apical leakage, root end filling material, ceramics.

Melike BAYRAM
Gaziosmanpaşa Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti AD,
Tokat, Türkiye.
Tel: +903562124222- 7422

Fax: +903562124225
e-mail: melikealaca@yahoo.com

Nisan 2012 tarihinde Türk Endodonti Derneği 11. Uluslararası Kongresi'nde poster sunumu olarak tebli edilmiştir.

G R

Endodontik tedavinin amacı; kök kanal sisteminden mikroorganizmaları elimine etmek ve etkili bir bariyer olu turarak mikroorganizmalar ve ürünlerinin periapikal dokulara geçi ini, ayrıca periapikal bölgeden gelecek sızıntıyı da engellemektir.¹ Endodontik tedavinin ba arısız oldu u durumlarda retreatment seçene i tercih edilir. Retreatment gibi cerrahi olmayan giri imlerin ba arısız veya kontrendike oldu u durumlarda ise cerrahi endodontik tedavi, di i kurtarmak için gerekli bir yöntemdir.^{2,3} Apikal cerrahi, apeksin ortaya çıkartılması, periradiküler bölgedeki patolojik dokuların uzakla tırılması, kök ucu rezeksiyonu, kök ucu preparasyonu ve kök kanalını kapatmak için uygun bir kök ucu dolgu maddesinin yerle tirilmesi i lemlerini içerir.^{3,4}

Kök ucu dolgusunun kalitesi, apikal cerrahinin ba arısını etkileyen en önemli faktörlerden biridir.⁵ Günümüze kadar amalgam, guta perka, çinko oksit öjenol simanlar, kompozit rezinler, polikarboksilat siman, cam ionomer simanlar, Super- epoksibenzoik asit (EBA), Intermedita Restorative Material (IRM), kavite, Mineral trioxide aggregate (MTA) ve yeni geli tirilen seramik esaslı maddeler gibi birçok malzeme kök ucu dolgu materyalleri olarak kullanılmaktadır.⁶⁻¹⁰

Biyouyumlu seramik nano partiküllerden olu an Bioaggragate (Diadent Group International, Vancouver, Kanada), kök kanalının kalıcı tamir materyali olarak piyasaya sunulmu tur. Kanada'da üretilen yeni geli tirilen seramik içerikli bir materyalidir. FDA tarafından klinik kullanımı onaylanmı tır. Bioaggregate klinikte, kök perforasyonlarının onarımı, direkt kuafaj, apeksifikasyon, internal kök rezorbsiyonlarının onarımı ve retrograd kök ucu dolgu materyali olarak kullanılır. Beyaz kristalimsi toz içinde kalsiyum

silikat, hidroksiapatit, kalsiyum fosfat, amorf silikon oksit, kalsiyum hidroksit, tantal oksit ve doldurucu ajanlar vardır. Hidrofilik yapıdaki tozun deiyonize su ile karı tırılması, kanal içindeki dentin olu umunu destekleyen hermetik bir tıkaçlama ve güçlü bir bariyer sa lar.^{9,11}

Mikrosızıntı, endodontik tedavinin klinik ba arısızlı ının en önemli sebebidir.⁷ Kök kanallarında mikrosızıntı; bakteri, sıvı ve kimyasalların di i kök kanal dolgusu arasına geçi i olarak tanımlanır.¹² Cerrahi endodontik tedavide ise mikrosızıntı karma ık bir konudur. Kök kanal doldurma teknikleri, kullanılan kök ucu dolgu materyalinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, apikal kök rezeksiyonu, kök ucu kavitesinin kalınlı ı, smear tabakası gibi birçok faktör endodontik cerrahide sızıntıyı etkileyen faktörlerdir.⁸

Bu vermi oldu umuz bilgiler i i nda biz de bu çalı mada, Bioaggregate'i kök ucu dolgu kavitelere farklı kalınlıklarda uygulayarak apikal sızıntı miktarlarını bilgisayarlı sıvı filtrasyon yöntemiyle de erlendirmeyi amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalı ma için 50 adet tek köklü, çürüksüz üst çene santral insan di i seçildi. Di ler, deneye ba lamadan önce farklı açılardan radyografiler alınarak hem gözle hem de radyolojik olarak de erlendirildi. Bu de erlendirme sonucunda kök defekti bulunan, kök çatla ı veya kırık olan, kalsifiye kanalları olan di ler çalı mada kullanılmadı. Çalı mamızda kullanılacak olan bu di lerin üzerindeki sert ve yumu ak doku artıkları periodontal bir küret yardımıyla temizlenerek uzakla tırıldı.

Hazırlanan di ler laboratuvar çalı ması yapıncaya kadar oda sıcaklı ında serum fizyolojik içerisinde bekletildi. Daha sonra bu di lerin kronları, mine-sement sınırı rehber alınarak elmas frez ile su so utması altında kesildi. Böylece, her biri 15 mm uzunlu unda olacak ekilde kökler elde

edildi. Di lerin kök pulpalari tirnerf ile çıkartıldıktan sonra her bir di için kanal boyları ayrı ayrı tespit edildi. Çalı ma boylarına sadık kalınarak ProTaper F3'e (Dentsply Maillefer, Ballaigues, sviçre) kadar döner alet sistemi ile üretici firmanın tavsiyeleri do rultusunda crown down tekni i kullanılarak kök kanalları ekillendirildi. Preparasyon boyunca her bir e enin de i tirilmesi sırasında kök kanalları yalnızca 1ml %5,25'lik NaOCl (Sultan Healthcare Inc., Englewood, ABD) ile yıkandı.

Yıkama i lemi bittikten sonra kanallar ka it konlarla (Aceonedent Korea Ind. Co., Kore) kurutuldu. Kök kanalları AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, sviçre) patı ve guta perka (DiaDent®GuttaPercha Points, Seul, Güney Kore) kullanılarak so uk lateral kondensasyon yöntemiyle tamamen dolduruldu. Isıtılmı ekskavator yardımıyla kanal içine yerle tirilen guta perka konları uzakla tırıldı. Sonrasında giri kaviteleri Cavit G (Espe, Seefeld, Almanya) ile kapatıldı. Di lerin içindeki pat sertle ene kadar 72 saat %100 nemli ortamda etüvde bekletildi. Di lerin apikal 3 mm'lik kısımları su so utması altında di lerin uzun aksına 90° açı olu turacak ekilde kesildi. Kök ucu rezeksiyonunu ardından di ler her biri 10 örnek içeren 4 gruba ayrıldı. Her grup için farklı derinlikte retrograd kaviteler, no:2 fissür elmas frez kullanılarak hazırlandı. Grup 1: Kök ucu kavitesi 1 mm. derinli inde hazırlandı. Grup 2: Kök ucu kavitesi 2mm. derinli inde olacak ekilde hazırlandı. Grup 3: Kök ucu kavitesi 3mm. derinli inde olacak ekilde hazırlandı. Grup 4: Kök ucu kavitesi 6 mm. derinli inde olacak ekilde hazırlandı. Kök ucu kavite preperasyonları tamamlandıktan sonra kaviteler distile su yardımıyla temizlendi ve paper pointlerle kurulandı. Kavite derinlikleri periodontal sond yardımıyla kontrol edildi. Daha sonra, bütün kök ucu kaviteleri yeni geli tirilen seramik içerikli tamir materyali Bioaggregate (Diadent Group

International, Vancouver, Kanada) ile dolduruldu. Bioaggregate üretici firmanın önerileri do rultusunda karı tırılarak plugger yardımıyla kavitelere yerle tirildi. Bu i leme kaviteler tamamen dolana kadar devam edildi. Daha sonra bütün di lerin kök dı yüzeylerine (kök ucu dolgu kısımları hariç) iki kat tırnak cilası uygulandı. 10 adet di ise negatif ve pozitif kontrol grubu olarak kullanıldı.

Negatif kontrol (n=5): Kök ucu kavitesi Bioaggregate ile dolduruldu ve bütün kök yüzeyi iki kat tırnak cilasıyla kaplandı. Pozitif kontrol (n=5):Kök ucu kavitesi doldurulmadı, apikal kısım hariç bütün kök yüzeyi tırnak cilasıyla kaplandı. Bu i lemlerden sonra tüm örnekler, sızıntı deneyi yapılcaya kadar 48 saat boyunca 37°C' de %100 nemli bir ortamda bekletildi.

Bioaggragate'in kök ucu kavitelerindeki farklı kalınlıklardaki sızıntı miktarının tespiti için Oruço lu ve ark. nın tarif etti i bilgisayarlı sıvı filtrasyon yöntemi kullanıldı. Çalı mamızda kök ucu dolgu materyali ile di yüzeyi arasından geçen sıvı miktarı, apikal mikrosızıntı olarak kabul edildi.

ncelenecek her bir apikal kök parçası öncelikle plastik bir boru ve metal ba layıcı ile 18 gauge'luk paslanmaz çelik tüpe ba landı. Köklerin plastik boru dı nda kalan kısımları ile plastik boru arasında olu abilecek herhangi bir sızıntı ihtimaline kar ı bu bölgelere siyanoakrilat yapı tırıcı (Patex, Henkel, Türkiye) uygulandı. Plastik boru ve bir metal ba layıcı ile 18 gauge'luk paslanmaz çelik tüpe ba lanarak hazır hale getirilen her bir numune, bir polietilen boru yardımı (Fisher 48 scientific, Pittsburgh, PA) ile 25 µl'lik cam mikro pipete (Microcaps, Fisher Scientific, Pittsburgh, PA) ba landı. 25 µl'lik cam mikro pipet ile 18 gauge paslanmaz çelik tüp arasına bir mikro ırına yerle tirildi. Basıncın sürekli olarak istenilen düzeyde sabit kaldı nı gözlemek için oksijen tüpüne gösterge ilave edildi. Bu gösterge bir polietilen boru yardımıyla

basınçlı tampon rezervuarına ba lanarak deney düzene i tamamlandı. Mikro ırına ile yakla ık 1 mm kadar su geri çekilerek tüm cam mikropipet, mikro ırına, polietilen boru ve hazırlanan di lerin apikalinde kalan plastik boru distile su ile dolduruldu. Su dolu polietilen boru içerisinde bırakılan bir hava kabarcı ı mikro ırına yardımıyla hareket ettirilerek, cam mikro pipetin içinde konumlandırıldı. Bu hava kabarcı ının sıvının filtrasyonu sonucu olu an birim zamandaki hareketini ölçmek için bilgisayarın kontrol etti i lazerli ölçüm sistemi kullanıldı. Çalı mada her bir örnekteki sıvı hareketi ölçümleri 15 saniye aralıklarla 8 kez tekrarlandı ve cam mikropipet içerisindeki hava kabarcı ının hareket miktarı hesaplandı. Sızıntı miktarı $\mu\text{l} / (\text{dk} * \text{cmH}_2\text{O} * \text{cm}^2)$ cinsinden belirlendi.

statistiksel Yöntem

Verilerin analizi SPSS for Windows 11.5 (SPSS Inc., Chicago, IL, United States) istatistik paket programında yapıldı. Verilerin da ılımının normale yakın olup olmadı ı Shapiro Wilk testi ile varyansların homojenli i ise Levene testiyle ara tırıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama \pm standart sapma ekinde gösterildi. Kalınlıkların sızıntı üzerindeki etkileri Tek-Yönlü Varyans analizi (One-Way ANOVA) ile de erlendirildi. Varyans analizleri sonucunda tüm örnekler içerisinde, kalınlık düzeyleri arasında post hoc Tukey testi kullanılarak farka neden olan durumlar ara tırıldı.

$p < 0,001$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

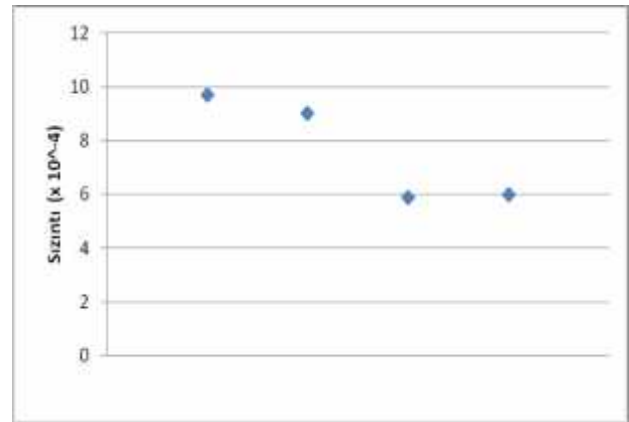
BULGULAR

Bioaggregate'in farklı kalınlıklardaki apikal sızıntı de erleri Tablo 1'de gösterildi. Pozitif kontrol grubunda yüksek oranda sızıntı (136×10^{-5}) gözlendi. Negatif kontrol grubunda ise herhangi bir sızıntı gözlenmedi istatistiksel analiz sonuçlarına göre; grup 1 di er tüm gruplardan daha

fazla sızıntı gösterdi ($p < 0.001$). Grup 1 ile grup 3 arasında istatistiksel fark bulunmazken, grup 2 ile grup 3 arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamsız bulundu. Ayrıca, grup 3 ve grup 4 arasında da istatistiksel olarak fark bulunamadı ($p > 0.001$) (Grafik 1).

Tablo 1. Bioaggregate'in farklı kalınlıklardaki apikal sızıntı de erleri ($\mu\text{l} / (\text{dk} * \text{cmH}_2\text{O} * \text{cm}^2)$).

| Kalınlık | Sızıntı de erleri |
|----------------------|-------------------------|
| 1 mm (n=10) | 0,000970 \pm 0,000137 |
| 2 mm (n=10) | 0,000902 \pm 0,000183 |
| 3 mm (n=10) | 0,000587 \pm 0,000144 |
| 6 mm (n=10) | 0,000598 \pm 0,000109 |
| Pozitif Kontrol(n=5) | 0,001360 \pm 0,000125 |



Grafik 1. Bioaggregate'in farklı kalınlıklardaki apikal sızıntı miktarları ($\mu\text{l} / (\text{dk} * \text{cmH}_2\text{O} * \text{cm}^2)$).

TARTI MA

Apikal mikrosızıntı endodontik tedavinin ba arısızlı ına etki eden en önemli sebeplerdendir. Dental materyallerin pek ço unda de i en oranlarda mikrosızıntı oldu u ortaya konmu tur.¹³ Bugüne kadar birçok in vitro

metod kök ucu dolgu materyallerinin sızıntı miktarlarını tespit etmek için kullanılmıdır; boya penetrasyon, radyoizotop ve bakteri çalımaları, elektro kimyasal metodlar, SEM, sıvı filtrasyon.⁸ Bu teknikler arasında olan sıvı filtrasyon tekni i, etkili bir sızdırmazlık için kök ucu dolgu materyallerinin etkinli ini ölçen klini e en uygun metottur.¹⁴ Bu sebeple biz de çalı mamızda, yöntemin objektif ve nicel sonuçlar vermesi, güvenilirli inin yüksek olması nedeniyle bilgisayarlı sıvı filtrasyon tekni ini kullanmayı uygun bulduk.

Apikal cerrahide kök ucu rezeksiyonu ve kök ucu kavite preperasyonu i lemlerinden sonra kök ucu dolgu materyallerinin yerle tirilmesinin amacı; periapikal dokular ile kök kanalı arasında etkili bir bariyer olu turmaktır.^{8,15} Bioaggregate, yeni geli tirilen seramik içerikli tamir materyalidir. Son yapılan sızıntı çalı maları ı ı nda MTA kadar iyi sonuçlar verdi i görülmü tür.^{9,16} Bioaggregate'in kök ucu dolgusu olarak farklı kalınlıklarda uygulanarak apikal sızıntı miktarının de erlendirildi i bir çalı ma yoktur. Bu yüzden çalı mamızda Bioaggregate materyali de erlendirilm i tir.

deal kök ucu kavite preparasyon derinli inin 3 mm ve üstü olması gerekti i yapılan apikal sızıntı çalı malarında gösterilm i tir. Bu sayede materyalin kontak yüzeyi artarak sızıntı olasılı ı azalmaktadır.^{8,15} Ara tırmacıların MTA ile yaptıkları farklı kök ucu kavite preperasyon derinli iyle ilgili çalı malarda bazı ara tırmacılar 2-5mm², bazıları 3mm¹⁷⁻¹⁸, bazıları ise 4mm¹⁹ derinli inde kavitelere MTA uygulanması gerekti ini bildirmi lerdir.

Bioaggregate de tıpkı MTA gibi hidrofilik özelliktedir ve sertle me reaksiyonu esnasında nemli ortama ihtiyaç duyar.^{20,21} Yıldırım ve ark.⁸, MTA'yı 3mm ve 5mm kalınlıklarda uygulayarak apikal sızıntı miktarlarını de erlendirme ler ve kavite kalınlıklarının sızıntı miktarına etkisi olmadı ı sonucuna varmı lardır.

Valois ve Costa²² ise MTA'yı kök ucu kavitelere 1mm, 2mm, 3mm ve 4mm kalınlıklarda yerle tirmi ler ve en dü ük sızıntı miktarının 4mm kalınlı ındaki kavitelere tespit etmi lerdir. Bu yapmı oldu umuz çalı mada Bioaggregate in kök ucu dolgusu olarak kullanıldı ında en az 3mm ve üstü derinlikte kök ucu kavite ler hazırlanarak uygulanması gerekti i gösterilm i tir. Çalı mamızda Bioaggregate'in uygulanma kalınlı ı 3mm'ye kadar arttıkça sızıntı miktarında önemli ölçüde azalma oldu u, ancak 3mm den fazla uygulanan materyalin sızıntı miktarının da azaldı ı fakat 3 ile 6mm uygulamalarında ise aralarında istatistiksel fark olmadı ı bulunmu tur.

Son zamanlarda Bioaggregate'i MTA ile kar ıla tıran çalı malarda, bu yeni geli tirilen materyalin MTA kadar iyi sonuçlar verdi i gözlenmi tir.^{17,23-25} Tay ve ark.²³ ve Nair ve ark.¹⁷'nin MTA ile seramik içerikli kök ucu dolgu materyalin i kar ıla tırdıkları çalı mada, bu iki materyalin apikal sızıntıya kar ı benzer ekilde dirençli oldukları gözlenmi tir. Shokouhinejad ve ark.²⁴ ise yaptıkları çalı mada, MTA ile bioseramik içerikli Endosequence kanal tamir materyali ve Bioaggregate'in bioaktivitelerinin benzer oldu unu göstermi lerdir. Zhang ve ark.²⁵ da Bioaggregate ile MTA'nın *Enterococcus faecalis*'e kar ı aynı antibakteriyel etki gösterdi ini bulmu lardır. Ara tırmacılar sertle mi materyallerin *E.faecalis*'i dört saat içinde öldürdü ünü göstermi lerdir.²⁵

Bizim yaptığımız çalı mada seramik içerikli Bioaggregate'in apikal kavitelere 1mm veya 2mm kalınlı ında uygulanması sızıntıyı engellememi tir. Apikal sızıntının büyük oranda engellenmesi için 3mm lik veya 6mm lik kalınlıklarda yerle tirildi inde aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıdır. Bu bulgular, klinikte kök ucu dolgusu olarak kullanılacak Bioaggregate'in en az 3mm kalınlıkta yerle tirilmesinin uygun olaca mını göstermektedir.

SONUÇ

Bioaggregate seramik içerikli tamir materyali, kök ucu dolgu materyali olarak kullanıldı. İnce dişer kök ucu dolgu materyallerinde önerildiği gibi 3mm olacak şekilde uygulanmalıdır. Seramik içerikli yeni geliştirilen bu materyalin, klinikte kullanılan dişer kök ucu dolgu materyallerinden bir üstünlüğü bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16:498-504.
2. Torabinejad M, Watson TF, Pittford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993;19:591-595.
3. Kim S. Endodontic microsurgery. In: Cohen S, Burns RC (eds). *Pathways of the Pulp*. St Louis: Mosby Inc; 2002:683-725.
4. Montellano AM, Schwartz SA, Beeson TJ. Contamination of tooth-colored mineral trioxide aggregate used as a root-end filling material: a bacterial leakage study. *J Endod* 2006;32:452-455.
5. Gutmann JL, Harrison JW, Apical surgery. In: Gutmann JL, Harrison JW (eds). *Surgical endodontics*. Blackwell Scientific; 1991:201-210.
6. Glickman GN, Hartwell GR. Endodontic surgery. In: Hamilton JI (eds). *Endodontics*. Ontario: BC Decker; 2008:1233-1295.
7. Lamb EL, Loushine R J, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH. Effect of root resection on the apical sealing ability of mineral trioxide aggregate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;95:732-735.
8. Yıldırım T, Er K, Ta demir T, Tahan E, Buruk K, Serper A. Effect of smear layer and root-end cavity thickness on apical sealing ability of MTA as a root-end filling material: a bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:67-72.
9. Aydemir S, Cimilli H, Oruço lu H, Mumcu G, Kartal N. The Evaluation of the Effect of Root Canal Preparation Technique on the Leakage of MTA Used As Retrograde Filling Material. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci* 2012;3:13-17.
10. Kürkçü M, Benlidayı E, Yılmaz , Kuyumcu F, Özkan T, Yolda O. MTA ve zirkonyum pinlerle yapılan retrograd dolguların apikal sızdırmazlıklarının in vitro olarak değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Dent J* 2012;15:192-200.
11. Hansen SW, Marshall JG, Sedgley CM. Comparison of intracanal EndoSequence Root Repair Material and ProRoot MTA to induce pH changes in simulated root resorption defects over 4 weeks in matched pairs of human teeth. *J Endod* 2011; 37: 502-506.
12. Park JW, Hong SH, Kim JH, Lee SJ, Shin S J. X-Ray diffraction analysis of white ProRoot MTA and Diadent BioAggregate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:155-158.
13. Benenati FW. Obturation of the radicular space. In: Ingle JI, Bakland LK (eds). *Endodontics*. BC Decker Inc. 2008:1053-1087.
14. Pashley DH, Thompson SM, Stewart FP. Dentin permeability: effects of temperature on hydraulic conductance. *J Dent Res* 1983;62: 956-959.
15. Bates CF, Carnes DL, Del Rio CE. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1996;22:575-578.

16. Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod* 2006;32:601-623.
17. Nair U, Ghattas S, Saber M, Natera M, Walker C, Pileggi R. A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: an in vitro leakage study using *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:74-77.
18. Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995;21:109-112.
19. Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-end filling material. *J Endod* 1998;24:176-179.
20. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999;25:197-205.
21. Kossev D, Stefanov V. Ceramics-based sealers a new alternative to currently used endodontics sealers. *Roots* 2009;5:42-48.
22. Valois CR, Costa ED Jr. Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97:108-111.
23. Tay KC, Loushine BA, Oxford C, Kapur R, Primus CM, Gutmann JL, Loushine RJ, Pashley DH, Tay FR. In vitro evaluation of a Ceramicrete-based root-end filling material. *J Endod* 2007;33:1438-1443.
24. Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Razmi H, Sajadi S, Davies TE, Saghiri MA, Gorjestani H, Dummer PM. Bioactivity of EndoSequence Root Repair Material and Bioaggregate. *Int Endod J* 2012;45:1127-1134.
25. Zhang H, Pappen FG, Haapasalo M. Dentin enhances the antibacterial effect of mineral trioxide aggregate and bioaggregate. *J Endod* 2009;35:221-224.