

# Retrograd Kavitelere Farklı Şelasyon Ajanlarının Dolgu Materyallerinin Bağlanma Dayanımına Etkisinin Değerlendirilmesi: İn Vitro Çalışma

## Evaluation of the Effect of Different Chelation Agents on the Bond Strength of Filling Materials in Retrograde Cavities: An In Vitro Study

G. Selin ŞEREFİCAN YILMAZ<sup>a</sup>, Bade SONAT<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ankara Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti ABD, Ankara, Türkiye

**ÖZET Amaç:** Bu çalışmanın amacı, retrograd kavite preparasyonunda farklı şelasyon ajanlarının kalsiyum silikat esaslı materyallerle bağlanma dayanımına etkisinin push-out testi ile ölçülmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmamızda 84 adet tek kanallı maksiller santral diş kullanıldı. Kök kanal tedavisinden sonra ultrasonik uçlarla retrograd kavite preparasyonu yapıldı. Örnekler şelasyon ajanlarına göre 3 gruba (n=28) ayrıldı: %17 EDTA ve %0,2 kitosan ve kontrol grubunda %0,9 salin kullanıldı. Daha sonra her gruptan alınan örnekler kalsiyum silikat esaslı dolgu malzemelerine göre 2 gruba (n=14) ayrıldı; MTA Angelus ve MTA Flow. Her numunenin apikal kısmından 2 mm kalınlığında kesitler alındı ve push-out testinde incelendi. Sonuçlar, Mann-Whitney U ve Student t-testleri kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi. Kıyılma tiplerini karşılaştırmak için ki-kare testi kullanıldı.  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. **Bulgular:** Bu in vitro çalışma sonucunda, 2 farklı şelasyon ajanı kontrol grubu serum fizyolojik ile karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < 0,001$ ) %0,2 kitosan ve %17 EDTA grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p > 0,05$ ). MTA Angelus ile MTA Flow dolgu materyalleri arasında fark saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). MTA Flow dolgu materyali daha yüksek bağlanma değerlerine sahip olduğu görülmüştür. **Sonuç:** Retrograd kavite preparasyonunda şelasyon ajanı kullanımı bağlanma dayanımını olumlu yönde etkilemektedir ve başarı oranı güncel preparasyon teknikleri ve biyouyumlu malzemelerin kullanılması ile artırılabilir.

**ABSTRACT Objective:** The aim of this study to evaluate the effect of different chelating agents on the bond strength of calcium silicate-based materials in retrograde cavity preparation. **Material and Methods:** In our study, 84 maxillary central teeth with a single root canal were used. After root canal treatment, retrograde cavity preparation was performed with ultrasonic tips. The samples were randomly divided into 3 groups (n=28) based on the chelating agents: 17% EDTA and 0.2% chitosan and 0.9% saline was used in the control group. Then the samples from each group were subdivided into 2 groups (n=14) based on calcium silicate based filling materials; MTA Angelus and MTA Flow. 2 mm thick sections were taken from the apical part of each sample and examined in the push-out bond strength test. Data were statistically analyzed using Mann-Whitney U and Student t-tests. The chi-square test was used to compare the failure mode.  $p < 0.05$  was considered statistically significant. **Results:** When two different chelating agents were compared with the control group, chelating agents showed significantly higher bond strength values ( $p < 0.001$ ). There was no significant difference between the 0.2% chitosan and 17% EDTA groups ( $p > 0.05$ ). There was a difference between MTA Angelus and MTA Flow filling materials ( $p < 0.001$ ). MTA Flow filling material showed higher bond strength values. **Conclusion:** The use of chelating agents in retrograde cavity preparation has a positive effect on the bond strength and the success rate can be increased by using current preparation techniques and biocompatible materials.

**Anahtar Kelimeler:** Kitosan; EDTA; ultrasonikler

**Keywords:** Chitosan; EDTA; ultrasonics

Kök kanal tedavisinde pulpa dokusunun, kök kanal sistemi içindeki nekrotik ve gangrenöz kök kanallarından çıkan protein yıkım ürünlerinin, bakterilerin ve bakteriyel toksinlerin uzaklaştırılması temel

faktördür. Bu amaçla, cerrahi olmayan endodontik tedavi çoğu vakada ilk seçenektir, ancak periradiküler patoloji cerrahi olmayan bir yöntemle çözülemediğinde cerrahi bir yaklaşım endike olabilir.<sup>1</sup>

**Correspondence:** G. Selin ŞEREFİCAN YILMAZ  
Ankara Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti ABD, Ankara, Türkiye  
**E-mail:** selinsereficann@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

**Received:** 28 Dec 2022

**Received in revised form:** 22 Mar 2023

**Accepted:** 17 Apr 2023

**Available online:** 28 Apr 2023

2146-8966 / Copyright © 2023 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Endodontik cerrahi, doğal diş yapısını korumak için uygun bir tedavi seçeneğidir. Endodontik cerrahinin klinik aşamaları; periradiküler dokunun küretajı, kök ucu rezeksiyonu (apikal cerrahi), kök ucu kavitesinin hazırlanması (retropreparasyon), retrograd kök kanal dolgusunun uygulanmasıdır.<sup>2</sup>

Endodontik cerrahi uygulamaları sırasında aynı ortograd işlemlerde olduğu gibi smear tabakasının oluşması bir problem teşkil etmektedir. Smear tabakası, diş dokularında yapılan kesim, eğeleme ve aşındırma işlemleri sonucunda yüzeyde parçalanmış organik veya inorganik elemanların birleşiminden oluşan, kök ucu dolgu materyallerinin adezyonu için kaldırılması gereken bir tabakadır.<sup>3</sup>

Son zamanlarda organik, biyoyumlu aynı zamanda dolgu malzemelerinin bağlanmasına negatif etki etmeyen şelasyon ajanları önerilmektedir. Doğal bir polisakkarid olan kitosan, biyolojik olarak uyumlu ve şelasyon kabiliyetine sahiptir, toksisitesi yoktur. Kitosan, kabuklu deniz hayvanlarının kabuklarından kitinin asetilasyonu ile elde edilir.<sup>4</sup>

Diş hekimliğinde kitosanın, mine tamiri ve remineralizasyonunda, doku rejenerasyonunda, adeziv diş hekimliğinde, irrigasyon solüsyonu, kanal içi medikament ve şelasyon ajanı olarak kullanımı mevcuttur.<sup>5</sup> Deasetilasyon derecesine göre antibakteriyel etkinliğide artmaktadır.<sup>6</sup>

White-MTA Flow (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, ABD) trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat ve tantal oksitten oluşan ve silikon içeren su bazlı bir jel ile karıştırılmış yeni kalsiyum silikat esaslı bir malzemedir.<sup>7</sup> Malzemenin hidrasyonu için kullanılan su bazlı jel, malzemenin 3 kıvamda kullanılma şekli ile muhafaza edilmiştir. İlk ikisi şırıngalarda kullanılabilir, bu da bir klinik kullanım da dikkate alınacak yenilikçi bir taşıma yöntemidir. Bu taşıma yöntemi retrograd kavitelerdeki uygulamalar için çok avantajlıdır.<sup>8</sup>

Endodontik cerrahide son yıllarda endodontik mikrocerrahi kavramı ön plana çıkmıştır. Biyolojik olarak teknolojinin son ürünü olan aletler, materyaller ve maddeler ile özdeşleşen klinik uygulamalar; endodontik mikrocerrahi tedavisi endodontik orijinli lezyonların iyileşmesindeki başarı için tahmin edilebilir bir neticedir.

Bu çalışmadaki amaç, farklı şelasyon ajanlarının ve kontrol grubu olarak serum fizyolojinin smear tabakasını uzaklaştırıp kalsiyum silikat esaslı materyallerin bağlanma dayanımına olan etkisinin push-out testi ile değerlendirilmesidir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulunun 24 Ocak 2022 tarihli 03/02 sayılı onayı ile yapıldı. Çalışma Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yürütülmüştür. Periodontal ve protetik nedenlerle çekilmiş 90 adet maksiller anterior diş çalışmada kullanılmak amacıyla toplandı. İncelemelerden sonra toplam 84 adet maksiller anterior diş çalışmada kullanılmak üzere seçildi.

Çalışmamızda dişler; her grupta 28 diş olacak şekilde 3 ana gruba ayrılmıştır. Şelasyon ajanları olarak; Grup 1'de %0,2 kitosan, Grup 2'de %17 EDTA ve kontrol grubu olarak Grup 3'te ise %0,9 serum fizyolojik kullanılmıştır. Ayrılan gruplar kullanılacak dolgu materyallerine göre her grupta 14 diş olacak şekilde 2 alt gruba ayrılmıştır.

Gruplar belirlendikten sonra dişlere kök kanal tedavisi başlandı. Daha sonra kanal çapı ortalama 6-7 mm olacak şekilde dişlerin kök ucu rezeke edildi. Kök ucu kesilen örnekler, preparasyon için hazırlandı. Retrograd kavite preparasyonu için ultrasonik uçlar (E10) (Woodpecker; Polonya) kullanıldı. Kökün uzun eksenine paralel, kök içinde ortalanmış 3 mm derinliğinde kök ucu kavitesi açıldı. Kavite açıldıktan sonra oluşan smear tabakasının eliminasyonu için 2 şelasyon ajanı (%0,2 kitosan ve %17 EDTA) ve kontrol grubu serum fizyolojik kullanıldı. Çalışmamızda dolgu materyali olarak MTA Angelus (Angelus, Londrina, Brezilya) MTA Flow (Ultradent Endo-eze, South Jordan) kullanıldı. Şelasyon ajanları ve serum fizyolojik bir bonding aplikatörü yardımıyla tüm kavite duvarlarına uygulandıktan sonra dolgu materyalleri uygun bir plugger yardımıyla kaviteye yerleştirildi.

Çalışmamızda her bir örnek numaralandırılarak diş kökünden işaretlenen bölgelerden su soğutmalı kesme cihazında (Microtome, Mecatom T180) 0,5 mm kalınlığında elmas disk kullanılarak 2 mm kalınlıkta kesitler alındı.

**TABLO 1:** Deney gruplarının ve dolgu materyallerinin bağlanma dayanımı ile elde edilen ölçümlerin ortalamaları, standart sapmaları ve minimum maksimum değerleri.

Grup	Sayı	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (minimum-maksimum)	p değeri
Serum F.-MTAA.	14	4,91±2,15	5,11 (1,94-10,58)	p<0,001
Serum F.-MTA F.	14	42,92±22,20	33,39 (10,79-80,73)	
EDTA-MTAA.	14	26,2±6,99	29,35 (8,13-32,88)	p<0,001
EDTA-MTA F.	14	54,02±14,23	54,06 (37,64-90,68)	
Kitosan-MTAA.	14	26,88±14,49	25,14 (8,98-48,15)	p<0,001
Kitosan-MTA F.	14	79,3±35,8	56,22 (42,99-141,05)	

SS: Standart sapma.

Alınan kesitlere yükleme universal test cihazında (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd) 0,9 ve 1 mm çapındaki 2 farklı itici uç kullanılarak bağlanma dayanımı testi uygulandı.

Kırılma sonrası bütün örneklerin kırılma yüzeyleri stereo motorize araştırma mikroskobu (Nikon SMZ25, Nikon Ltd) ile büyütme altında incelendi ve kırılma tipleri belirlenerek kaydedildi.

Bu çalışmada verilerin analizinde SPSS 11.5 (SPSS Inc, Armonk, NY, ABD) paket programından kullanılarak yapıldı. Gruplara göre push-out bağlanma dayanımı ölçümlerinin karşılaştırılmasında çift yönlü varyans analizi yapıldı.

Verilerde tanımlayıcı olarak nicel değişkenler için ortalama±standart sapma ve ortanca nitel değişkenler için ise diş sayısı yüzde (%) kullanıldı. Nicel değişken bakımından 2 kategoriye sahip nitel değişkenin kategoriler arasında fark olup olmadığına, normal dağılım varsayımları sağlanıyorsa Student t-testi, sağlanmıyorsa Mann-Whitney U testi kullanılarak bakıldı. İki nitel değişken arasındaki ilişki incelenmek istendiğinde ise ki-kare ve Fisher kesin testleri kullanıldı.

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

## BULGULAR

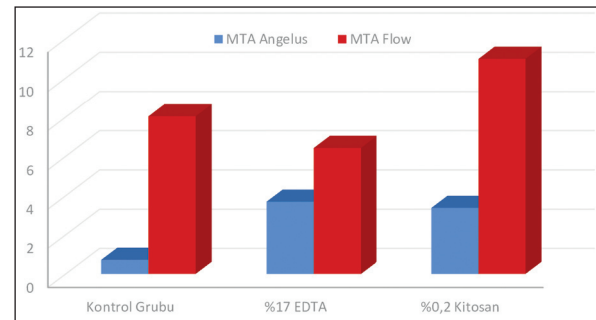
Serum F.-MTA Angelus, Serum F.-MTA Flow, EDTA-MTA Angelus, EDTA-MTA Flow, Kitosan-MTA Angelus ve Kitosan-MTA Flow uygulanan dişlerde bağlanma değerleri arasında fark saptanmıştır ( $p < 0,001$ ) (Tablo 1).

Serum fizyolojik grubunda MTA Angelus ile MTA Flow maddeleri arasında fark saptanmıştır. Serum F.-MTA Flow uygulanan dişlerde bağlanma değerleri Serum-MTA Angelus grubuna göre daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,001$ ).

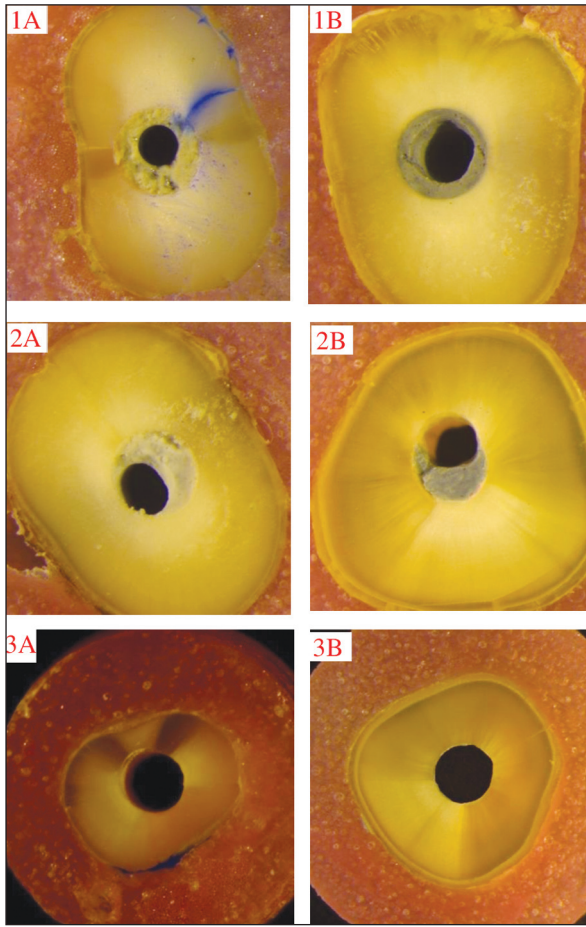
EDTA grubunda MTA Angelus ile MTA Flow dolgu maddeleri arasında fark saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). EDTA-MTA Flow uygulanan dişlerde bağlanma değerleri EDTA-MTA Angelus grubuna göre daha yüksek bulunmuştur.

Kitosan grubunda MTA Angelus ile MTA Flow maddeleri arasında fark saptanmıştır ( $p < 0,01$ ). Kitosan-MTA Flow uygulanan dişlerde bağlanma değerleri Kitosan-MTA Angelus grubuna göre daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızda kullanılan MTA Angelus dolgu materyalinde EDTA ve Kitosan şelasyon ajanları kontrol grubu serum fizyolojik ile karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). Ancak EDTA ve kitosan şelasyon ajanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ) (Şekil 1).



ŞEKİL 1: Dolgu materyallerinde şelasyon ajanlarının bağlanma değerleri.



**RESİM 1:** Kırık tiplerinin stereomikroskop görüntüleri **A:** MTA Angelus, **B:** MTA Flow (sırasıyla 1, 2, 3 koheziv, miks, adeziv kırılma tipi).

Çalışmamızda kullanılan MTA Flow dolgu materyalinde; kontrol grubu serum fizyolojik kitosan şelasyon ajanı ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak

anlamli bir fark bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Kitosan grubunda bağlanma değerleri anlamli derecede yüksek bulunmuştur. Ancak kontrol grubu ile EDTA arasında ve EDTA ile kitosan grubu arasında rakamsal olarak fark olmasına karşın istatistiksel olarak anlamli bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Şekil 1).

Push-out testleri sonrasında 84 örnek stereo motorize mikroskopta incelenerek, kırılma tipleri ve şekilleri kaydedildi (Resim 1). Örneklerin stereo motorize mikroskopta incelenmesinden sonra adeziv kopma tipi, retrograd kavitelere serum fizyolojik uygulanan MTA Angelus grubunda en yüksek oranda gözlemlendi. Koheziv kopma tipi, açılan retrograd kavitelere kitosan şelasyon ajanı uygulanan MTA Flow grubunda en yüksek oranda gözlemlendi (Tablo 2).

## TARTIŞMA

Kök kanal dolgu materyallerinin dentine bağlanması, genel olarak push-out bağlanma dayanımı testi kullanılarak test edilmektedir.<sup>9</sup> Bu testin dolgu materyalleri ile dentin arasındaki bağlanmayı tam olarak yansıtmadığı konusunda tartışmalar olsa da hâlen daha bağlanma dayanımı ile ilgili yaygın kullanılan test yöntemidir.<sup>10</sup> Bu çalışmada da retrograd dolguların bağlanma dayanımını test etmek amacıyla push-out yöntemi kullanılmıştır.

Von Arx ve ark., endodontik mikrocerrahi tedavisi uygulanan dişlerde 5 yıllık başarının %75,9 olduğunu 1 yılda gözlemlenen başarının %83,8 olduğunu bildirmişlerdir.<sup>11</sup> Benzer bir çalışmada Song

**TABLO 2:** Dolgu materyalinde kırık tiplerinin şelasyon ajanlarına göre dağılımı.

Gruplar	Adeziv Sayı (%)	Koheziv Sayı (%)	Miks Sayı (%)	p değeri
Kitosan-MTA A.	6 %42,9	3 %21,4	5 %35,7	p>0,05
EDTA-MTA A.	7 %50	2 %14,3	5 %35,7	
Serum F.-MTA A.	10 %71,4	0 %0	4 %28,6	
Kitosan-MTA F.	2 %14,3	10 %71,4	2 %14,3	p<0,027
EDTA-MTA F.	5 %35,7	4 %28,6	5 %35,7	
Serum F.-MTA F.	8 %57,1	2 %14,3	4 %28,6	



ve ark., 10 yıl sonraki başarı oranını %85 olarak bildirmişlerdir.<sup>12</sup>

Kim ve Kratchman, apikal dallanmaların %98'ini ve lateral kanalların %93'ünü içerdiği için kök ucunun en az 3 mm çıkarılmasını önermiştir.<sup>13</sup> Ayrıca 3 mm'den daha az kök ucu rezeksiyonunun yeniden enfeksiyon ve nihai başarısızlık riski oluşturduğunu öne sürmüşlerdir. Miktarın yanı sıra kök rezeksiyonu sırasında kesit düzlemi de düşünülmelidir. İdeal olarak, dişin uzun eksenine mümkün olduğunca dik olan eğim (0°) kök uzunluğunu korur ve daha az dentin tübülünü açığa çıkarır. Böylece çevreye açılan tübül sayısı azalır, bu da daha az mikrosızıntıya neden olur. Literatürde yapılan çalışmalar rehberliğinde çalışmamızda daha az tübül sayısı çıkararak ve lateral kanallar ve apikal dallanmaları elimine etmek amacı ile kökün uzun eksenine dik 3 mm kök ucu rezeksiyonu yapılmıştır.

Ultrasonik uçların son zamanlardaki gelişimiyle kaviteler, kökün uzun eksenine paralel ve kök kanal morfolojisine daha uyumlu hâle gelmiştir. Ultrasonik uçlarla hazırlanan kaviteler frezle hazırlanan kavitelere göre daha konservatif ve kökün uzun eksenine diktir. Bu sebeple rezeke edilen yüzeyde daha az dentin tübülü açığa çıkmakta ve böylece mikrosızıntı da en aza indirilmektedir.<sup>14</sup>

Ultrasonik uçların dezavantajı olarak dentinde çatlak oluşumuna sorumlu oldukları görülmüştür. Ultrasonik sistem, düşük-orta güç ayarında çalıştırıldığında ve elmas kaplı uçlar kullanıldığında mikro çatlak oluşumunda azalma olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır.<sup>15</sup> Ultrasonik uçlarla hazırlanan kavitelere daha az smear tabakasının oluştuğunu gösteren çalışmalar rapor edilmiştir.<sup>16</sup> Retrograd kavitede daha az smear tabakasının oluşması retrograd dolgunun kavite duvarlarına adaptasyonu artırır.<sup>17</sup> Rapor edilen bilgilere göre çalışmamızda ultrasonik uçlar kullanılarak retrograd kavite hazırlığı gerçekleştirilmiştir.

Kök kanallarının şekillendirilmesi ve dezenfeksiyonu kök kanal tedavisinin en önemli basamağıdır. Sadece mekanik preparasyon ile kök kanal sistemindeki patojen mikroorganizmaları ve toksik iritanları elimine etmek mümkün değildir. Kanalların el aleti veya mekanik olarak preparasyonunda dentin yüze-

yinde oluşan düzensiz, amorf yapı smear tabakası olarak adlandırılır. Bu tabaka, dolgu materyallerinin bağlanmasında sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle smear tabakasının rezeksiyon sonrası bazı ajanlarla elimine edilmesi fikri endodontik cerrahide ön plana çıkmıştır.

Bunun için kullanılan en yaygın yöntem EDTA ve NaOCl solüsyonlarının beraber ve sıra ile uygulanmasıdır.<sup>18</sup> Ancak EDTA'nın MTA'nın hidrasyonu, mikrosertliği ve hücre adezyonu üzerinde bazı olumsuz etkilere neden olduğu kanıtlanmıştır.<sup>19</sup>

Ulusoy ve Görgül, EDTA'yı maleik asit ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, EDTA'nın kanalın apikal kısmındaki smear tabakasını ortadan kaldırmada daha az etkili olduğunu göstermişlerdir.<sup>20</sup> Başka bir çalışmada, kitosanın, özellikle kök kanallarının apikal 1/3'lük kısmında %17 EDTA'ya kıyasla üstün verimlilikle smear tabakasını çıkardığı bulunmuştur.<sup>21</sup> Bu sonuçlar, özellikle apikal bölge gibi dar alanlarda diğer ajanlara göre EDTA'nın smear tabakasının uzaklaştırılmasında yetersiz olduğunu doğrulamaktadır.

Çalışmamızda EDTA'ya alternatif şelasyon ajanı olarak kullanılan %0,2 kitosan organik biyouyumlu bir polisakarittir. Kitosanın etkinliği uygulama süresi, pH, çözeltinin konsantrasyonu ve çözelti miktarı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.<sup>5</sup> Kitosan polimeri hidrofiliktir ve bu özelliği ile kök dentinine tutunarak, dentin tübüllerinin daha derinlerine nüfuz etmesine yardımcı olur. Kitosan etkisini pozitif katyonik bir bileşik olduğundan negatif hücre zarı ile birleşerek gösterir. Bakteri hücre zarının geçirgenliğini etkiler ve hücre ölümüne neden olmaktadır.<sup>22</sup>

Penumaka ve ark., %0,2 kitosanın biyolojik avantajlarından dolayı smear tabakasının uzaklaştırılması için %17 EDTA'ya alternatif olabileceğini göstermişlerdir.<sup>23</sup> Kitosan, antibakteriyel özelliği, yalarının iyileşmesine olan etkisi, bioadeziv yapısı, şelasyon etkileri ile EDTA'ya göre birçok avantaj sergiler ve yapılan çalışmalar ile alternatif bir solüsyon olarak kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Avantajları ve biyouyumluluğu göz önüne alınarak, çalışmamıza kitosan şelasyon ajanı olarak dâhil edilmiştir.

Literatürde, kitosanın endodontide şelasyon ajanı olarak kullanımıyla ilgili sınırlı sayıda çalışma mevcuttur.<sup>24,25</sup> Silva ve ark., yaptıkları çalışmada, farklı konsantrasyonlardaki kitosanın 3 ve 5 dk'lık uygulamadan sonra smear tabakası üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda 3 dk boyunca uygulanan %0,2 kitosanın, smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin %15 EDTA ve %10 sitrik asit ile benzer bir etki gösterdiği görülmüştür.<sup>5</sup>

Çalışmamızda kullandığımız %0,2 kitosan ve %17 EDTA şelasyon ajanları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında bağlanma dayanımı üzerinde aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. MTA Angelus dolgu materyalinde şelasyon ajanları kontrol grubuna göre yüksek bağlanma değerleri gösterse de kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. EDTA ve kitosan şelasyon ajanları ile tedavi edilen tüm deney gruplarında bağlanma dayanımı üzerinde fark olmasa da EDTA'ya kıyasla daha az toksik olması, doğal bir ürün olması ve düşük konsantrasyonlarda bile etkili olması nedeniyle kitosanın kullanılması önerilmektedir.<sup>22</sup> Biz de aynı gerekçelerle kitosanın EDTA'ya alternatif olarak kullanılabilceğini düşünmekteyiz.

MTA Flow dolgu materyalinde kitosan grubu kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kitosan grubunda daha yüksek bağlanma değerleri görülmüştür. Ancak EDTA ile kitosan grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum, bize kitosanın smear tabakasını uzaklaştırmada EDTA ile aynı değerlere sahip olduğunu göstermiştir. Çalışmamızda kontrol grubu serum fizyolojiye göre kitosan ve EDTA grubunda bağlanma dayanımları daha yüksek bulunmuştur. Bu sebeple apikal cerrahide retrograd kaviterlerde oluşan smear tabakası uzaklaştırılması, bağlanmayı olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Son zamanlarda biyoseramik esaslı retrograd dolgu malzemelerinin popüleritesi artmıştır.<sup>26,27</sup> Klinisyene farklı tedavi prosedürleri için farklı kıvamlarda hazırlanma seçeneği sunan MTA-Flow'un biyouyumluluk, alkalileştirme yeteneği, radyoopasite, apatit oluşturma yeteneği ve çözünürlük özellikleri açısından MTA Angelus'a benzediği bilinmektedir.<sup>28</sup> Likitindeki su bazlı jel ve görünür

ultra-ince partikül boyutu daha yumuşak bir kıvamda ve daha kısa bir sertleşme süresi ile üretilmesine izin verir. Ultra ince partiküller, şelasyon ajanları ile smear tabakasının çıkarılması sonucu açığa çıkan açık dentin tübüllerine nüfuz ederek bağlanma dayanımını artırabilir.<sup>29</sup> Yaptığımız çalışmada, MTA-Flow dolgu materyalinin bağlanma dayanımı MTA Angelus'un bağlanma dayanımına kıyasla daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kitosan şelasyon ajanı kullanılan grupta MTA Angelus ile MTA Flow materyalleri arasında fark saptanmıştır ( $p<0,01$ ). Kitosan-MTA Flow uygulanan dişlerde bağlanma değerleri, Kitosan-MTA Angelus uygulananlara göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.

Yapılan bazı çalışmalarda, EDTA'nın kalsiyum silikat esaslı dolgu materyallerinin bağlanma dayanımını azalttığı ile ilgili çalışmalar mevcuttur.<sup>30</sup> Bunun sebebini, EDTA'nın bu dolgu materyallerinin hidrasyonu üzerine ve kalsiyum silikat hidrat jel oluşumu üzerine olumsuz etkisi olabileceği şeklinde açıklamışlardır. Çalışmamızda elde edilen verilere göre her iki dolgu materyalinde de kitosan grubu ve EDTA grupları arasında push-out bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış olsa da kitosan grubuna ait örneklerde EDTA grubuna göre daha yüksek bağlanma dayanımı sonuçları elde edilmiştir.

Çalışmamızdaki kırık tipleri değerlendirildiğinde, MTA Angelus grubunda en çok adeziv ve miks kırık tipleri gözlenmiştir. Bu bulgu, MTA Angelus ve kök kanal dentini arasındaki kırık tipini genellikle adeziv olarak bildiren önceki çalışmalarla uyumludur.<sup>31</sup> Literatürde farklı kırık tiplerinin daha çok görüldüğü çalışmalar rapor edilse de bu farklılık kök kanal preparasyon boyutu, irrigasyon solüsyonu, konsantrasyon ve temas süresi gibi çalışma tasarımındaki farklı değişkenlere atfedilebilir. Serum Fizyolojik-MTA Angelus kullanılan deney grubunda koheziv tipi kırığın hiç görülmemesi retrograd kaviterlerde tutuculuğun artması için şelasyon ajanı kullanılmasının bağlanma kuvvetini artıracak şekilde yorumlanmıştır.

MTA Flow grubunda ise en çok koheziv kırık tipine rastlanılmıştır. MTA Flow'un kopma tipi daha önce hiçbir çalışmada çalışılmamış olsa da koheziv kırık tipinin daha fazla bu grupta görülmesinin nede-

ninin, MTA Flow'ün likitindeki hidrofilik jel ve daha küçük boyutlu parçacıklarının olması sebebiyle dentin tübüllerine daha iyi nüfuz etmesinden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. MTA Flow farklı yapısından dolayı diğer dolgu materyali MTA Angelus'a göre kırılma tipi açısından şelasyon ajanı kullanılsa bile daha üstün bulunmuştur.

## SONUÇ

Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler ışığında kitosanın doğal bir materyal olması, toksik olmaması ve smear tabakasını uzaklaştırmada etkin bulunması ve bağlanmayı olumlu yönde etkileyebilmesi nedeniyle retrograd kaviteelerde EDTA'ya alternatif şelasyon ajanı olarak önerilebileceğini düşünmekteyiz.

### Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet,

gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

### Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

### Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** G. Selin Şereflican Yılmaz; **Tasarım:** G. Selin Şereflican Yılmaz; **Denetleme/Danışmanlık:** Bade Sonat; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** G. Selin Şereflican Yılmaz; **Analiz ve/veya Yorum:** G. Selin Şereflican Yılmaz; **Kaynak Taraması:** G. Selin Şereflican Yılmaz; **Makalenin Yazımı:** G. Selin Şereflican Yılmaz; **Eleştirel İnceleme:** G. Selin Şereflican Yılmaz; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** G. Selin Şereflican Yılmaz; **Malzemeler:** G. Selin Şereflican Yılmaz.

## KAYNAKLAR

1. Deplazes P, Peters O, Barbakow F. Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel-titanium hand instruments. *J Endod.* 2001;27(3):196-202. [Crossref] [PubMed]
2. von Arx T. Apical surgery: A review of current techniques and outcome. *Saudi Dent J.* 2011;23(1):9-15. [Crossref] [PubMed] [PMC]
3. Ingle JI, Simon JH, Machtou P, Bogaerts P. Outcome of endodontic treatment and re-treatment. *J Endod.* 2002;5:747-68. [Link]
4. Akncbay H, Senel S, Ay ZY. Application of chitosan gel in the treatment of chronic periodontitis. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007;80(2):290-6. [Crossref] [PubMed]
5. Silva PV, Guedes DF, Nakadi FV, Pécora JD, Cruz-Filho AM. Chitosan: a new solution for removal of smear layer after root canal instrumentation. *Int Endod J.* 2013;46(4):332-8. [Crossref] [PubMed]
6. Dutta PK, Dutta J, Tripathi V. Chitin and chitosan: chemistry, properties and applications. *J Sci Ind Res.* 2004;63:20-31. [Link]
7. Guimarães BM, Vivan RR, Piazza B, Alcalde MP, Bramante CM, Duarte MAH. Chemical-physical properties and apatite-forming ability of mineral trioxide aggregate flow. *J Endod.* 2017;43(10):1692-6. [Crossref] [PubMed]
8. Pelepenko LE, Saavedra F, Antunes TBM, Bombarda GF, Gomes BPF, Zaia AA, et al. Physicochemical, antimicrobial, and biological properties of White-MTAFlow. *Clin Oral Investig.* 2021;25(2):663-72. [Crossref] [PubMed]
9. Pane ES, Palamara JE, Messer HH. Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *J Endod.* 2013;39(5):669-73. [Crossref] [PubMed]
10. Neelakantan P, Ahmed HMA, Wong MCM, Matinlinna JP, Cheung GSP. Effect of root canal irrigation protocols on the dislocation resistance of mineral trioxide aggregate-based materials: A systematic review of laboratory studies. *Int Endod J.* 2018;51(8):847-61. [Crossref] [PubMed]
11. von Arx T, Jensen SS, Hänni S, Friedman S. Five-year longitudinal assessment of the prognosis of apical microsurgery. *J Endod.* 2012;38(5):570-9. [Crossref] [PubMed]
12. Song M, Chung W, Lee SJ, Kim E. Long-term outcome of the cases classified as successes based on short-term follow-up in endodontic microsurgery. *J Endod.* 2012;38(9):1192-6. [Crossref] [PubMed]
13. Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod.* 2006;32(7):601-23. [Crossref] [PubMed]
14. Bernardes RA, de Moraes IG, Garcia RB, Bernardini N, Baldi JV, Victorino FR, et al. Evaluation of apical cavity preparation with a new type of ultrasonic diamond tip. *J Endod.* 2007;33(4):484-7. [Crossref] [PubMed]
15. Khabbaz MG, Kerezoudis NP, Aroni E, Tsatsas V. Evaluation of different methods for the root-end cavity preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(2):237-42. [Crossref] [PubMed]
16. Ishikawa H, Sawada N, Kobayashi C, Suda H. Evaluation of root-end cavity preparation using ultrasonic retrotips. *Int Endod J.* 2003;36(9):586-90. [Crossref] [PubMed]
17. Rosales-Leal JI, Olmedo-Gaya V, Vallecillo-Capilla M, Luna-del Castillo JD. Influence of cavity preparation technique (rotary vs. ultrasonic) on microleakage and marginal fit of six end-root filling materials. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011;16(2):e185-9. [Crossref] [PubMed]
18. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J.* 2010;43(1):2-15. [Crossref] [PubMed]
19. Neelakantan P, Nandagopal M, Shemesh H, Wesselink P. The effect of root dentin conditioning protocols on the push-out bond strength of three calcium silicate sealers. *Int J Adhes Adhes.* 2015;60:104-8. [Crossref]

20. Ulusoy Öİ, Görgül G. Effects of different irrigation solutions on root dentine microhardness, smear layer removal and erosion. *Aust Endod J.* 2013;39(2):66-72. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Kamble AB, Abraham S, Kakde DD, Shashidhar C, Mehta DL. Scanning electron microscopic evaluation of efficacy of 17% ethylenediaminetetraacetic acid and chitosan for smear layer removal with ultrasonics: an in vitro study. *Contemp Clin Dent.* 2017;8(4):621-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
22. Del Carpio-Perochena A, Bramante CM, Duarte MA, de Moura MR, Aouada FA, Kishen A. Chelating and antibacterial properties of chitosan nanoparticles on dentin. *Restor Dent Endod.* 2015;40(3):195-201. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
23. Penumaka R, Konagala RK, Shaik J, Ram Sunil CH, Reddy PL, Kiran Naik MK. Scanning electron microscopy evaluation of chitosan and carboxymethyl chitosan as retrograde smear layer removing agents. *J Conserv Dent.* 2019;22(6):573-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
24. Shah DK, Sanap-Tandale A, Aggarwal S, Sengar E, Borkar A, Shetty S. Comparative evaluation of the sealing ability of filling materials on root end cavities treated with smear layer removing agents: A confocal laser scanning microscopic study. *J Conserv Dent.* 2019;22(5):495-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
25. Agarwal S, Raghu R, Shetty A, Gautham PM, Souparnika DP. An in vitro comparative evaluation of the effect of three endodontic chelating agents (17% ethylenediamine tetraacetic acid, 1% peracetic acid, 0.2% chitosan) on the push out bond strength of gutta percha with a new bioceramic sealer (BioRoot RCS). *J Conserv Dent.* 2019;22(5):475-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
26. Benz K, Markovic L, Jordan RA, Novacek C, Jackowski J. In vitro evaluation of the apical seal of two different retrograde filling materials. *Aust Endod J.* 2017;43(1):29-33. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Jung J, Kim S, Kim E, Shin SJ. Volume of voids in retrograde filling: comparison between calcium silicate cement alone and combined with a calcium silicate-based sealer. *J Endod.* 2020;46(1):97-102. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Gokturk H, Ozkocak I. The effect of different chelators on the dislodgement resistance of MTA Repair HP, MTA Angelus, and MTA Flow. *Odontology.* 2022;110(1):20-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Silva EJ, Carvalho NK, Zanon M, Senna PM, DE-Deus G, Zuolo ML, et al. Push-out bond strength of MTA HP, a new high-plasticity calcium silicate-based cement. *Braz Oral Res.* 2016;30(1):S1806-83242016000100269. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Govindaraju L, Neelakantan P, Gutmann JL. Effect of root canal irrigating solutions on the compressive strength of tricalcium silicate cements. *Clin Oral Investig.* 2017;21(2):567-71. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Guneser MB, Akbulut MB, Eldeniz AU. Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of biodentine and conventional root perforation repair materials. *J Endod.* 2013;39(3):380-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]