

# İki Farklı Kök Kanal Patı ile Doldurulmuş Kanallarda Oluşan Boşlukların İncelenmesi ve Boşlukların Bağlanma Dayanımına Etkisinin Değerlendirilmesi

*Evaluation of Voids of Root Canals Filled with Two Different Root Canal Sealers and Effects of Those Voids on the Bond Strength*

Mehmet Levent Yüksel<sup>1</sup> , Feridun Şaklar<sup>2</sup> , Berkan Çelikten<sup>3</sup> 

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı; klinikte sık kullanılan rezin esaslı ve biyoseramik esaslı kök kanal patları arasında kök kanallarının dolumundan sonra oluşan boşluğun incelenmesi ve meydana gelen bu boşluğun bağlanma dayanımı üzerine olan etkisinin karşılaştırılmasıdır.

**Gereç ve Yöntem:** Örnekler AH Plus grubu ve EndoSequence BC Sealer grubu olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır. Kök kanallarında kalan boşluklar mikro bilgisayarlı tomografi ile incelenmiştir. Bağlanma dayanımları push-out testi ile değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Bağlanma dayanımı açısından EndoSequence BC Sealer grubunda apikal üçlde daha yüksek skorlar gözlemlendi. Kök kanallarında oluşan boşluklar açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı.

**Sonuç:** Kök kanallarında oluşan boşlukların bağlanma dayanımı üzerinde etkili olmadığı gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** AH Plus; Bağlanma Dayanımı; EndoSequence BC Sealer; Mikro BT (mikro bilgisayarlı tomografi)

## ABSTRACT

**Aim:** The purpose of this study was to evaluate; examine the voids of the voids formed after filling the root canals between resin-based and bioceramic-based root canal sealers, which are frequently used in the clinic, and compare the effect of this gap on the bond strength.

**Material and Methods:** The samples were randomly divided into two groups as the AH Plus group and the EndoSequence BC Sealer group. The spaces left in the root canals were examined by microcomputered tomography. Bond strength was evaluated by push-out test.

**Results:** In terms of bond strength, higher scores were observed in the apical third in the EndoSequence BC Sealer group. No statistically significant difference was found between the groups in terms of the gaps formed in the root canals.

**Conclusion:** It has been shown that the voids formed in the root canals do not affect the bond strength.

**Keywords:** AH Plus; bond strength; EndoSequence BC Sealer; Micro-CT(micro computed tomography)

Makale gönderiliş tarihi: 08.03.2021 Yayına kabul tarihi: 30.06.2021

İletişim: Arş. Gör. Mehmet Levent Yüksel

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: [leventyuksele93@gmail.com](mailto:leventyuksele93@gmail.com)

<sup>1</sup> Arş. Gör., Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>3</sup> Doç.Dr., Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

## GİRİŞ

Başarılı bir endodontik tedavide amaç, kök kanallarının uygun bir şekilde genişletilip, dezenfekte edildikten sonra boyutsal olarak stabil ve biyoyumlu bir kanal dolgu materyali ile apikal foramene kadar hermetik bir şekilde üç boyutlu olarak doldurmaktır.

Kanal dolgusunun örtücülüğünün radyografi ile değerlendirilmesi tam anlamıyla mümkün değildir ve hiçbir materyal ve tekniğin sızıntıyı tam olarak engelleyemediği yapılan çalışmalarla kabul edilmiş bir gerçektir.<sup>1,2</sup>

Güta-perkanın (GP) kök kanal patı olmadan kulhanımı tam bir apikal tıkanma sağlamadığı ve kanal patı olmadan sadece GP ile doldurulmuş kanallarda daha kısa sürede sızıntı oluştuğu ifade edilmiştir.<sup>3</sup>

Günümüzde kullanılan yeni patların çoğu rezin esaslı patlardır. AH Plus (Dentsply, Almanya) biyoyumluluğu, boyutsal stabilitesi ve diş dokularını boyamaması ile daha da avantajlı bir kök kanal patı olmuştur. Yapılan mikrosızıntı çalışmalarında, AH Plus kanal dolgu patının örtücülük özelliğinin başarılı sonuçlar ortaya koyduğu rapor edilmiştir.

Endosequence BC sealer (Brasseler USA) yüksek oranda radyopak, biyoseramik esaslı bir kanal patıdır. Kök kanal duvarlarına çok sıkı bir şekilde bağlanır ve böylelikle mikrosızıntının önlenmesine katkıda bulunur. Tamamen kurulanamayan kanallarda biyoseramik esaslı kök kanal patları ile endodontide kullanılan diğer kök kanal patları karşılaştırıldığında, biyoseramik esaslı patların kök kanalına daha iyi bağlandığı gösterilmiştir.<sup>4,5,6</sup>

Son yıllarda diş hekimliğinde, dişlerin mineral konsantrasyonunun belirlenmesi,<sup>7,8,9</sup> kök kanal morfolojisinin analizi,<sup>10,11</sup> kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi<sup>12</sup> ve kanal dolgusu uzaklaştırılmasından sonra kök kanalında kalan dolgu maddesinin incelenmesi<sup>13</sup> amacıyla mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro BT) kulhanımı popülerlik kazanmıştır. Mikro BT yöntemiyle elde edilen verilerden, kök kanal dolguları içerisindeki boşluklar, temizleme ve şekillendirme sırasında uzaklaştırılan dentin miktarı ve tekrarlayan kök kanal tedavisinden sonra kalan dolgu miktarı niteliksel ve niceliksel olarak değerlendirilebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı; klinikte sık kullanılan rezin esaslı ve biyoseramik esaslı kök kanal patları ara-

sında kök kanallarının dolgusundan sonra oluşan boşlukların incelenmesi ve meydana gelen bu boşlukların dentin duvarına bağlanma dayanımı üzerine olan etkisinin karşılaştırılmasıdır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik kurulu (22.07.2020, Karar no:8/9) onayı alınarak yürütülmüştür. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim dalında protetik veya periodontal sebeplerden dolayı çekilmiş çürüksüz, kök ucu oluşumunu tamamlamış, tek köklü ve tek kanallı 50 adet insan alt çene santral kesici diş çalışmada kullanıldı. Dişlerin üzerindeki yumuşak doku artıkları ve eklemler periodontal küret ile temizlendi. Bukko-lingual ve mezio-distal radyografiler alınarak kalsifikasyon gözlemlenen ve birden fazla kök kanalına sahip olan dişler çalışma dışı bırakıldı. Tüm köklerin apikal foramenlerinin açık olduğunu saptamak için 10 no'lu K egesi'nden faydalandı. Apikal forameni 20 numaralı eğeden geniş olan dişler çalışmadan çıkarıldı. Daha sonra yüzeylerinde herhangi bir çatlak veya kırık olup olmadığını anlamak için, kökler stereomikroskop (Leica MZ75, Germany) altında x20 büyütme ile incelendi. Herhangi bir kırığa veya çatlığa sahip olan dişler elimine edildi ve 30 adet diş ile çalışmaya devam edildi. Örneklerin boyları dijital bir kumpas yardımı ile (Guanglu, China) 12mm'ye standardize edildi. Kök kanal şekillendirilmesine başlamadan önce, dişlerin kron kısımları kökler 12±0.5mm kalacak şekilde mine-sement birleşiminden 200rpm hızda su soğutması altında çalışan kesit cihazı (Metkon, Microcut precisioncutter, Bursa, Turkey) ile kesildi.

Örneklerin kök kanalları ProTaper Rotary Universal (Maillefer, Ballaigues, İsviçre) döner sistemi kullanılarak genişletildi. Kök kanalına #15 nolu K-eğesi ile düz giriş sağlandıktan sonra 2ml %5'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) kök kanalı yıkandı. Kök kanallarını genişletmek için Dentsply X-Smart Plus (Maillefer, Ballaigues, İsviçre) endodontik motor kullanıldı. ProTaper Rotary Universal için tavsiye edilen tork ve devir sayısına ayarlandı. S1 ve sonrasında S2 eğeleri kullanılarak kök kanallarının koronal ve orta üçlüsü genişletildi. Son olarak F1, F2 ve F3 eğeleri çalışma boyunca sırasıyla yerleştirilerek apikal üçlü genişletildi. Tüm alet değişimlerinde kök kanalları 2ml %5'lik NaOCl solüsyonu ile yıkandı.

Kök kanallarının preparasyonunu takiben smear tabakasını kaldırmak amacıyla kök kanalları 2ml %5'lik NaOCl sonra 2ml %17'lik etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ile 1 dk, daha sonra 2 ml %5'lik NaOCl solüsyonu ile yıkandı. Son olarak solüsyonların etkinliklerini sonlandırmak amacıyla 10 ml distile su ile yıkanan kök kanalları steril kâğıt konularla kurulandı. Bütün örneklerin kök uçları modelaj mumu ile kapatıldı. Böylelikle kök kanal dolumu esnasında kök ucundan kök kanal dolgu patının taşması engellendi. Hazırlanan örnekler 15'er dişten oluşan rastgele 2 gruba ayrıldı. Birinci grupta AH Plus, ikinci grupta Endosequence BC Sealer kullanılarak örneklerin kök kanal dolguları, GP kullanılarak tamamlandı ve dişler 7 gün süre ile etüvde bekletildi.

### **Kök Kanal Dolgusundaki Boşlukların Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile İncelenmesi ve Analizi**

Kök kanalları doldurulan dişlerin taranması için yüksek çözünürlüklü Mikro BT sistem (Bruker Skyscan 1172, Kontich, Belgium) kullanıldı. Mikro BT sistem 100 kVp, 100 mA ve 0.5 mm Al/Cu filtre; voxel boyutları 13.65 µm ve 0.5 rotasyona ayarlandı.

Çalışmamızda her bir örnek numaralandırılarak falkon tüpleri içerisine yerleştirildi. Falkon tüpleri içerisinde bulunan örnekler yüksek çözünürlükte taranmak üzere Mikro BT (Bruker MicroCT SkyScan 1172, Kontich, Belgium) cihazının döner platformu üzerine konularak sabitlendi. Cihazın X ışını kaynağı 100 kVp ve 100 mA olacak şekilde ayarlandı. Örnekler 0,5 mm Al/Cu filtresiyle, 0,4<sup>o</sup> rotasyonla ışınlandı. Her bir örnek 360 derece taranmış olup tarama süresi 48 dakikadır. Her görüntü 400 milisaniye pozlandı, her açıdan 3 kez görüntü alınıp birleştirilerek tek görüntü haline getirildi ve böylece gürültü (noise) oranı azaltıldı. Cihazın diğer ayar ve parametreleri üretici firmanın önerisi doğrultusunda yapıldı. Taramalar sonucunda her bir örneğin piksel boyutu 10.0 µm olacak şekilde ham görüntüleri elde edildi.

Örneklerin rekonstrüksiyonu için NRecon (ver.1.6.5.2, SkyScan, Kontich, Belçika) yazılımı kullanıldı. NRecon yazılımı Mikro BT taramaları ile elde edilen ham görüntüleri birleştirerek her örneğin iç yapısının incelenmesine olanak sağlayan görseller oluşturan programdır. Çalışmamızda nicelik ölçümlerinin ve görüntülerin yapılandırmasında

daha önceden Feldkamp ve ark. (1989) tanımladığı algoritma kullanıldı. Rekonstrüksiyon için ring artefaktı 8, düzleştirme parametresi 3, beam-hardening %38 olacak şekilde belirlendi. Kontrast ayarları SkyScan firmasının talimatlarına göre ayarlandı. Bir örnekten 2 boyutlu 1024 kesit elde edildi. Ham görüntüler NRecon programı ile birleştirilerek her örneğin iç yapısının incelenmesine olanak sağlayacak şekilde BMP formatında kesitler elde edildi. Bu kesitler; Mikro BT cihazıyla yapılan taramalardan elde edilen verileri kantitatif parametreler ve görsel modeller oluşturmakta kullanılan, densitometrik ve morfometrik ölçümlere olanak sağlayan CTAn (ver. 1.16.4.1.SkyScan) programına aktarıldı. Daha sonra CTAn yazılımında, boşlukların hacimsel değerleri hesaplandı.

### **Kök Kanal Dolgusunun Bağlanma Direncinin İncelenmesi**

Patların sertleşmesi tamamlandıktan sonra düzgün ve pürüzsüz bir yüzey elde edilmesi için kök yüzeyleri zımparalandı. Hazırlanan örnekler 10mm çapında ve 20mm yüksekliğinde silindir kalıplar kullanılarak soğuk akril içerisine gömüldü. Düşük hızda, su soğutması ile çalışan mikro kesme cihazına (Metkon, Microcut precisioncutter, Bursa, Turkey) yerleştirilen her bir örneğin koronal, orta ve apikal üçlüsünden 1 mm kalınlığında horizontal kesitler alındı. Bu şekilde elde edilen dentin disklerinin kalınlıkları dijital kumpas ile ölçüldü. Her bir deney grubu için 15 örnek elde edildi. Kök kanal patlarının dentine bağlanma dayanımlarının ölçülmesi Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında yapıldı. Oluşturulan gruplarda bulunan her örnek push-out testini uygulamak için özel hazırlanan, 1,00 mm çapında ucu olan paslanmaz çelik mil kullanılarak, piston başı hızı 1 mm/ dk olarak ayarlanmış olan Universal test makinesine (Instron, LLOYD instruments LRX, United Kingdom) yerleştirilerek baskı kuvvetine maruz bırakıldı. Elde edilen verilen istatistik analizleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapıldı (p<0.05).

**Tablo 1.** Push-out bağlanma dayanımları (MPa)

	Koronal Üçte Birlik Kısımda	Orta Üçte Birlik Kısımda	Apikal Üçte Birlik Kısımda
AH Plus Sealer	4.77 (±0.32)	3.39 (±0.33)	1.77 (±0.30)
EndoSequence BC Sealer	4.86 (±0.46)	3.42 (±0.28)	2.73 (±0.20)

**Tablo 2 .** AH Plus Sealer ve EndoSequence BC Sealer Gruplarının Tüm Kök Kanal Sistemi, Koronal, Orta ve Apikal Üçte Birlik Kısımda Oluşan Ara Yüzey Boşluk Hacim Miktarları

	Kök Kanal Dolgu Maddesi	N	Mean([mm <sup>3</sup> ])	Standart Sapma	P Değeri
Apikal	Endosequence	15	0.503	0.143	>0.05
Üçlü	AH Plus	15	0.511	0.534	
Orta	Endosequence	15	0.571	0.214	>0.05
Üçlü	AH Plus	15	0.585	0.192	
Koronal	Endosequence	15	0.917	0.156	>0.05
Üçlü	AH Plus	15	0.962	0.231	

## BULGULAR

Araştırmada oluşturulan gruplardaki örneklerin push-out testine ait MPa değerleri Tablo 1'de her bir gruba ait ortalama değer ve standart sapmalar gösterilmiştir.

EndoSequence BC Sealer ile AH Plus patının apikal üçte birlik kısımda bağlanma dayanımı arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Koronal ve orta üçte birlik kısımda iki kök kanal patı bağlanma dayanımı arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

AH Plus Sealer ve EndoSequence BC Sealer gruplarının kendi aralarında tüm kök kanal sistemi, koronal, orta ve apikal üçte birlik kısımda oluşan ara yüzey boşluk hacmi yönünden karşılaştırılmasına ait veriler Tablo 2.'de gösterilmiştir.

Gruplarda koronal üçte birlik kısımda oluşan ara yüzey boşluk hacmi değerlendirildiğinde, Endosequence BC Sealer grubunun daha az boşluk hacmine sahip olduğu gözlenmiştir ( $0.917\text{mm}^3\pm 0.156$ ). Gruplar arasında koronal üçte birlik kısımda ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri açısından ortaya çıkan bu farkların istatistiksel analizinde anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0.05$ ).

Gruplarda orta üçte birlik kısımda oluşan ara yüzey boşluk hacmi değerlendirildiğinde Endosequence BC Sealer grubunun daha az boşluk hacmine sahip olduğu gözlenmiştir ( $0.571\text{mm}^3\pm 0.214$ ). Gruplar arasında orta üçte birlik kısımda ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri açısından ortaya çıkan bu farkların

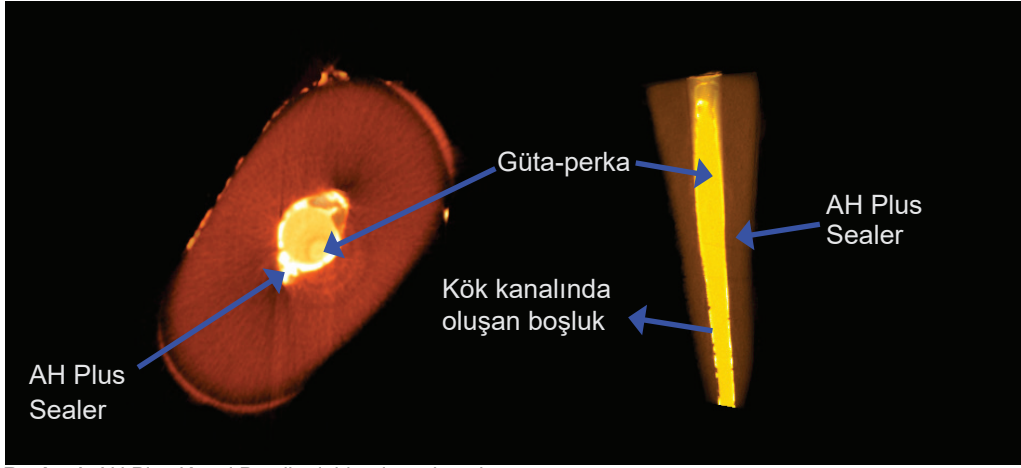
istatistiksel analizinde anlamlı bir fark saptanamamıştır. ( $p>0.05$ ).

Gruplarda apikal üçte birlik kısımda oluşan ara yüzey boşluk hacmi değerlendirildiğinde Endosequence BC Sealer grubunun daha az boşluk hacmine sahip olduğu gözlenmiştir ( $0.503\text{mm}^3\pm 0.143$ ). Gruplar arasında apikal üçte birlik kısımda ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri açısından ortaya çıkan bu farkların istatistiksel analizinde anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0.05$ ).

## TARTIŞMA

Geçmişten günümüze mikrosızıntının değerlendirilmesinde; boya sızıntı testi, bakteriyel sızıntı testi, radyoizotop testi, bilgisayarlı sıvı filtrasyon metodu ve glikoz filtrasyon testleri gibi yöntemlerden faydalanılmıştır. Ancak yapılan bu testlerde örneklerin bir daha tekrar kullanılamaması, testlerin tekrar edilebilirliğinin olmaması gibi dezavantajları yüzünden son yıllarda Mikro BT popüler hale gelmiştir. Ayrıca önceki test metodlarında yapılan birçok araştırmanın tutarsız olduğu ve kafa karışıklığına neden olduğu gösterilmiştir.<sup>14</sup>

Son yıllarda, objektif değişkenlerin Mikro BT analizi ile non-invaziv olarak değerlendirilmesi oldukça popüler hale gelmiştir. Bu teknikle hacimler hesaplanabilir ve nitel görsel görüntü analizi yapılabilir. Mikro BT restoratif malzemeleri, boşlukları ve diş yapılarını ayırt etme potansiyeline sahiptir.<sup>15</sup> Kök kanal dolgularının analizi amacıyla Mikro BT kullanımının tekrarlanabilirliği ve doğruluğu birçok çalışmada gösterilmiştir.<sup>15,16</sup> Çalışma için hazırlanmış



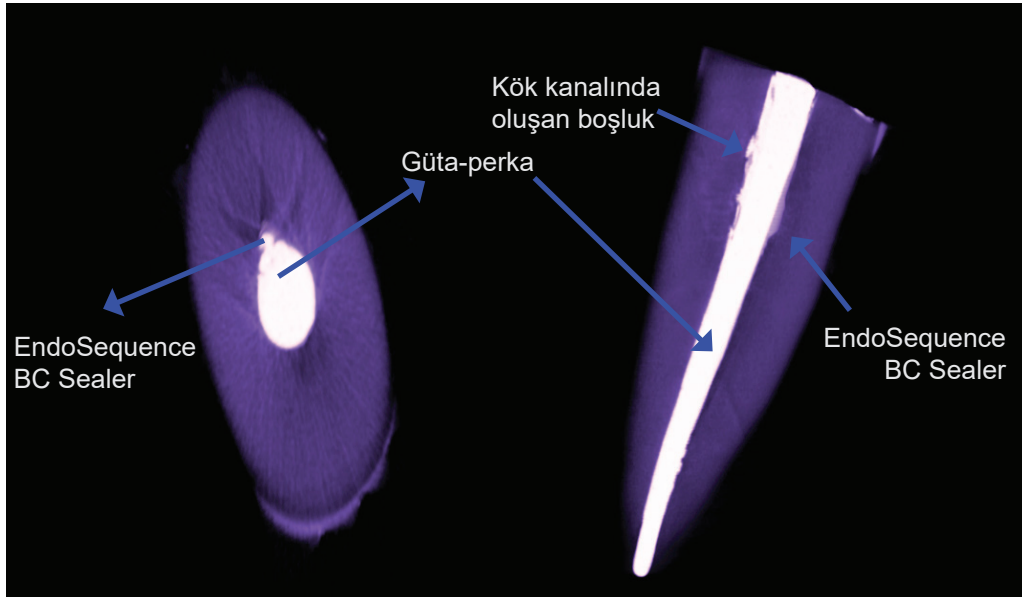
Resim 1. AH Plus Kanal Patı ile doldurulmuş kanalın taranmış görüntüsü

örneğe hasar vermeyen bu teknik, kök kanal sisteminde yer alan boşlukların hızlı bir şekilde görüntülenebilmesini sağlar ve kanal içinde oluşan boşlukların yöneliminin ve sürekliliğinin üç boyutlu görüntüsünü oluşturur. Yöntemin oluşturmuş olduğu avantajlar göz önünde bulundurularak çalışmamızda patların örtücülük kalitesinin Mikro BT ile değerlendirilmesi tercih edilmiştir. Mikro BT ile incelenen tüm örnekler çeşitli kesitlerde görülebilmiş, örnekler zarar verilmemiş ve istenen veriler elde edilebilmiştir. Mikro BT bütün kök kanal sistemini üç boyutlu olarak göstermektedir.

Çalışmamızda kök kanallarının doldurulmasında kullanılan patlardan AH Plus kanal dolgu patı ve yeni geliştirilen patlardan olan Endosequence BC Sealer kanal dolgu patı tercih edilmiştir. Endodontik patların bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda; AH Plus diğer kök kanal patlarından daha başarılı bulunmuş olup bu konuda altın standart olarak kabul edilmiş bir kök kanal patıdır<sup>17</sup>. AH Plus kök kanal patının boyutsal stabilitesi ve dentin duvar adaptasyonu iyi olduğu, antibakteriyel özelliklerinin olduğu belirtilmiştir.<sup>18,19,20</sup> Literatürde yeni geliştirilen güncel kök kanal patlarından Endosequence BC Sealer<sup>21,22</sup> ile ilgili olarak ise sınırlı sayıda bağlanma dayanımı çalışması bulunurken, kök kanalında oluşan boşluğun bağlanma dayanımı ile karşılaştırmasının yapıldığı herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu iki farklı kök kanal dolgu patının dentin bağlanma dayanımı ile doldurulmuş kanallarda oluşan boşlukların mikro BT ile değerlendirilmesini amaçladık.

Çalışmamızda push-out bağlanma dayanımı testlerinin sonucunda koronal üçte birlik kısımda ve

orta üçte birlik kısımda iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buna karşın apikal üçte birlik kısımda EndoSequence BC Sealer ( $2.73 \pm 0.20$ ) grubunun bağlanma dayanımı ölçümleri, AH Plus Sealer ( $4.77 \pm 0.32$ ) grubunun bağlanma dayanımı ölçümlerinden daha yüksek çıkmıştır ( $p < 0.05$ ). Nagas ve ark. (2012) dentin tübüllerindeki nem miktarının AH Plus patının bağlanma dayanımını olumsuz etkilediğini göstermişlerdir. Amin ve ark. (2012)'lerinin IRoot SP, AH Plus ve MTA-Fillapex patları ile yaptıkları çalışmada ise kâğıt konlarla kök kanalları kurutulduktan sonra nem oranının apikal üçte birlik kısımda en yüksek olduğunu göstermişlerdir. Hidrofilik bir yapıya sahip olan EndoSequence BC Sealer patı ile doldurulmuş kök kanallarının apikal üçte birlik kısımda bağlanma dayanımının daha yüksek olması; apikal üçte birlik kısımda nem oranının daha yüksek olması ile açıklanabilir. Ballal ve ark.'ları EDTA solüsyonunun final yıkama solüsyonu olarak kullanıldığı zaman AH Plus kanal patının ıslanabilirliğinin ve yayılımının azaldığını göstermişlerdir. Çalışmalar kâğıt konların apikal üçte birlik kısımda en az kurulum etkisine sahip olduğunu göstermişti.<sup>23</sup> Bu nedenle çalışmamızda final yıkama protokolünde kullanılmış olan EDTA solüsyonu apikal üçte birlik kısımda daha fazla kalmış olabileceğinden AH Plus kanal patının bağlanma dayanımına olumsuz etki etmiş olabilir ve bu durum sonucunda ise bağlanma dayanımı apikal üçte birlik kısımda olumsuz yönde etkilenmiş olabilir. Biyoseramik esaslı kök kanal dolgu patları kanal içerisindeki nemi kullanarak dentin tübüllerine flama benzeri uzantılar (tag like structure) yaparak kök kanal duvarlarıyla olan bağlantısını artırmaktadır. Dentin tübüllerinin sıklığının apikal bölgeye doğru



Resim 2. EndoSequence BC Sealer ile doldurulmuş kanalın taranmış görüntüsü

arttığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.<sup>24</sup> Bu nedenle çalışmamızda kullanılan biyoseramik esaslı bir kök kanal patı olan EndoSequence BC Sealer'ın apikal üçte birlik kısımdaki bağlanma dayanımı daha yüksek çıkmış olabilir.

Araştırmamızda incelenen tüm gruplarda kök kanal sisteminin bütünü değerlendirildiğinde pat ile GP arasında ve pat ile dentin duvarı arasında ara yüz boşluklarının oluştuğu tespit edilmiştir. Ara yüzey boşluk oluşumu açısından yapılan karşılaştırmada ise gruplar arasından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Her ne kadar üretici firmalar tarafından AH Plus ve EndoSequence BC Sealer kanal dolgu patlarının etkili bir adaptasyon ve tübül penetrasyonu oluşturabildikleri öne sürülse de çalışma sonuçlarımız boşluk oluşumunun tüm kanal patlarında gerçekleşebildiğini göstermiştir.<sup>25,26</sup>

Mikro BT bütün kök kanal sistemini üç boyutlu göstermektedir, ancak küçük boşlukların gösterilmesinde yetersiz kalabilmektedir. Bunun nedeni de kök kanal patlarının radyopak olması ve Mikro BT'nin de mikroskobik görüntü alma konusunda daha hassas olmasıdır ancak mikroskobik incelemeler kök kanal sisteminin tamamını göstermede yetersiz kalabilir. Çalışmamızda doldurulmuş kök kanal sistemlerinde AH Plus ve EndoSequence BC Sealer grupları arasında boşluk oluşması açısından anlamlı bir fark bulunamamasına neden olmuştur.

Çalışmamızda kök kanal dolumundan sonra oluşan boşluklar ile bağlanma dayanımı arasında tam ola-

rak bir ilişki kurulamadığı gösterilmiştir. Kök kanal patlarının kendi yapısında oluşan çatlak ve kırıklar, kök kanal patlarının kendi içerisindeki bağlanmaları ve kök kanal patlarının GP ve dentin ile olan bağlanmaları etkili olmuş olabilir.<sup>27,28</sup>

## SONUÇLAR

Sonuç olarak; klinik başarısı kanıtlanmış, kullanımı yaygın olan ve çalışmalarda altın standart olarak kabul edilen rezin esaslı AH Plus kök kanal dolgu patı ile karşılaştırıldığında; EndoSequence BC Sealer kök kanal patının bağlanma dayanımı açısından özellikle apikal üçte birlik kısımda üstünlük göstermesi, dolum sonrasında kök kanallarında oluşan boşluk açısından da AH Plus ile benzer sonuçlar vermesi nedeni ile başarılı bir kök kanal tedavisi için diğer patlara alternatif bir pat olabileceğini düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

1. Kaplan AE, Ormaechea M, Picca M, Canzobre M, Ubios A. Rheological Properties and Biocompatibility of Endodontic Sealers. *Int Endod J* 2003;36:527-532.
2. Oi T, Saka H, Ide Y. Three-Dimensional Observation of Pulp Cavities in the Maxillary First Premolar Tooth Using Micro-Ct. *Int Endod J* 2004;37:46-51
3. Shokouhinejad N, Hoseini A, Gorjestani H, Raof M, Assadian H, Shamshiri AR. Effect of Phosphate-Buffered Saline on Push-out Bond Strength of a New Bioceramic Sealer to Root Canal Dentin. *Dent Res J* 2012;9:595
4. Carneiro S, Sousa-Neto M, Rached-Júnior F, Miranda C, Silva S, Silva-Sousa Y. Push-out Strength of Root Fillings with or without

Thermomechanical Compaction. *Int Endod J* 2012;45:821-828

5. De-Deus G, Reis C, Di Giorgi K, Brandão MC, Audi C, Fidel RAS. Interfacial Adaptation of the Epiphany Self-Adhesive Sealer to Root Dentin. *Oral Sur, Oral Med, Oral Path, Oral Radio, and Endod* 2011;111:381-386.

6. Jung M, Lommel D, Klimek J. The Imaging of Root Canal Obturation Using Micro-Ct. *Int Endod J* 2005;38:617-626.

7. Anderson P, Elliott J, Bose U, Jones S. A Comparison of the Mineral Content of Enamel and Dentine in Human Premolars and Enamel Pearls Measured by X-Ray Microtomography. *Arch Oral Bio* 1996;41:281-290.

8. Shipper G, Ørstavik D, Teixeira FB, Trope M. An Evaluation of Microbial Leakage in Roots Filled with a Thermoplastic Synthetic Polymer-Based Root Canal Filling Material (Resilon). *J Endod* 2004;30:342-347

9. Ungor M, Onay E, Orucoglu H. Push-out Bond Strengths: The Epiphany-Resilon Endodontic Obturation System Compared with Different Pairings of Epiphany, Resilon, Ah Plus and Gutta-Percha. *Int Endod J* 2006;39:643-647

10. Pinto JC, Torres FFE, Pivoto-João MMB, Cirelli JA, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Filling Ability and Flow of Root Canal Sealers: A Micro-Computed Tomographic Study. *Brazil Dent J* 2020;31:499-504

11. Renders G, Mulder L, Van Ruijven L, Van Eijden T. Porosity of Human Mandibular Condylar Bone. *J Anatomy* 2007;210:239-248

12. Hench L. Bioceramics: From Concept to Clinic. *American Ceramic Society Bulletin* 1993;72:93-98.

13. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of Root Canal Obturation: A Three-Dimensional *In Vitro* Study. *J Endod* 2009;35:541-544.

14. Friedman S, Torneck CD, Komorowski R, Ouzounian Z, Syrtash P, Kaufman A. *In Vivo* Model for Assessing the Functional Efficacy of Endodontic Filling Materials and Techniques. *J Endod* 1997;23:557-561.

15. Kakehashi S, Stanley H, Fitzgerald R. The Effects of Surgical Exposures of Dental Pulps in Germ-Free and Conventional Laboratory Rats. *Oral Sur, Oral Med, Oral Path* 1965;20:340-349.

16. Swain MV, Xu J. State of the Art of Micro-Ct Applications in Dental Research. *Int J Oral Sci* 2009;1:177-188

17. Li, G.-h., L.-n. Niu, L. C. Selem, A. A. Eid, B. E. Bergeron, J.-h. Chen, D. H. Pashley, F. R. Tay. Quality of Obturation Achieved by

an Endodontic Core-Carrier System with Crosslinked Gutta-Percha Carrier in Single-Rooted Canals. *J Dent* 2014;42:1124-1134

18. Bergmans L, Moisiadis P, De Munck J, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Effect of polymerization shrinkage on the sealing capacity of resin fillers for endodontic use. *J Adhes Dent* 2005;7:321-9.

19. Lee, K.-W., M. C. Williams, J. J. Camps, D. H. Pashley. Adhesion of Endodontic Sealers to Dentin and Gutta-Percha. *J Endod* 2002;28:684-688.

20. Schäfer E, Olthoff G. Effect of Three Different Sealers on the Sealing Ability of Both Thermafil Obturators and Cold Laterally Compacted Gutta-Percha. *J Endod* 2002;28:638-642

21. Spoor CF, Zonneveld FW, Macho GA. Linear Measurements of Cortical Bone and Dental Enamel by Computed Tomography: Applications and Problems. *Am J Phys Anthropol* 1993;91:469-484

22. Roizenblit RN, Soares FO, Lopes RT, Dos Santos BC, Gusman H. Root canal filling quality of mandibular molars with EndoSequence BC and AH Plus sealers: A micro-CT study. *Aust Endod J* 2020;46(1):82-87

23. Ginebra MP, Fernandez E, De Maeyer E, Verbeeck R, Boltong M, Ginebra J. Setting Reaction and Hardening of an Apatitic Calcium Phosphate Cement. *J Dent Res* 1997;76:905-912.

24. Nakabayashi N. Bonding of Restorative Materials to Dentine: The Present Status in Japan. *Int Dent J* 1985;35:145

25. Candeiro GTM, Lavor AB, Lima ITF, Vasconcelos BC, Gomes NV, Iglecias EF, Gavini G. Penetration of bioceramic and epoxy-resin endodontic cements into lateral canals. *Braz Oral Res* 2019;33:e049

26. El Hachem R, Khalil I, Le Brun G, Pellen F, Le Jeune B, Daou M, El Osta N, Naaman A, Abboud M. Dentinal tubule penetration of AH Plus, BC Sealer and a novel tricalcium silicate sealer: a confocal laser scanning microscopy study. *Clin Oral Investig* 2019;23(4):1871-1876

27. Peters O. A. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *J Endod* 2004;30:559-567

28. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-Dimensional Evaluation of Effectiveness of Hand and Rotary Instrumentation for Retreatment of Canals Filled with Different Materials. *J Endod* 2008;34:1370-1373