

Özgün araştırma makalesi

# Propolis içeren çinko oksit öjenol esaslı deneysel kök kanal patlarının fiziksel özelliklerinin standart patlarla *in vitro* olarak karşılaştırılması

Mügem Aslı Ekici <sup>1\*</sup>, Hüma Ömürlü<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Endodonti Anabilim Dalı, <sup>2</sup>Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

## ÖZET

**AMAÇ:** Bu çalışmanın amacı propolis içeren çinko oksit öjenol esaslı deneysel patların (PP) fiziksel özelliklerinin ve mikrosızıntısının Grossman patı ve AH Plus ile karşılaştırılmasıdır.

**GEREÇ VE YÖNTEM:** Bu çalışmada, Tekirdağ yöresinden (Trakya bölgesi, Türkiye) toplanılan propolis kullanıldı. Değişik oranlarda propolis içeren patlar [%5 (PP5), %10 (PP10), %25 (PP25), %50 (PP50)], Grossman patı ve AH Plus ile karşılaştırıldı. Film kalınlıkları, akıcılıkları, radyoopasiteleri, sertleşme süreleri, çözünürlükleri ve sudaki ekstraktlarının pH'ları ISO 6876/2001 standartlarına göre değerlendirildi. Patların mikrosızıntıları bilgisayarlı sıvı filtrasyon yöntemiyle incelendi. İstatistiksel analizde pH için Friedman testi, diğer tüm testlerin analizinde Kruskal-Wallis testi kullanıldı ( $\alpha=0.05$ ).

**BULGULAR:** PP'lerin çözünürlük hariç diğer fiziksel özellikleri ISO 6876/2001 standartlarına uygundu. PP'lerin çözünürlüğü Grossman patına benzer ( $p>0.05$ ), AH Plus'tan anlamlı şekilde fazlaydı ( $p<0.05$ ). Gruplar-arası pH karşılaştırmasında, PP'lerin sudaki ekstraktlarının pH'si Grossman ve AH Plus patlarına benzer veya istatistiksel olarak onlardan daha yüksekti ( $p<0.05$ ). Grup-İçi karşılaştırmalarda da anlamlı farklar bulunmakla beraber ( $p<0.05$ ), pH değerlerinin zaman ile yükselme eğiliminde olduğu görüldü. Mikrosızıntı için en yüksek değerler PP5'te ve Grossman patında ( $p>0.05$ ; ikisi birbirine benzerdi), en düşük değerler ise AH Plus'ta görüldü; PP10, PP25 ve PP50 bunların arasında idi.

**SONUÇ:** Propolis patlarının fiziksel özelliklerinin çoğunun ISO 6876/2001 standartlarına uygun bulunması, mikrosızıntılarının Grossman patından daha az olması ve

sudaki ekstraktlarının pH'lerinin uygun olması gelecekte olası klinik kullanımları için umut vericidir.

**ANAHTAR KELİMELE:** Kök kanal dolgu materyalleri; kök kanal tedavisi; propolis

**KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:** Ekici MA, Ömürlü H. Propolis içeren çinko oksit öjenol esaslı deneysel kök kanal patlarının fiziksel özelliklerinin standart patlarla *in vitro* olarak karşılaştırılması. Acta Odontol Turc 2019;36(2):59-66

**EDİTÖR:** Güven Kayaoğlu, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

**YAYIN HAKKI:** © 2019 Ekici ve Ömürlü. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

**FINANSAL DESTEK:** Bulunmamaktadır.

**ÇIKAR ÇATIŞMASI:** Bulunmamaktadır.

[The abstract in English is at the end of the manuscript]

## GİRİŞ

Başarılı bir kök kanal tedavisi için enfekte kök kanalının temizlenmesi, şekillendirilmesi ve kanal içi ilaçlarla patojenlerin ortadan kaldırılmasının ardından üç boyutlu sızdırmaz bir şekilde doldurulması gereklidir.<sup>1</sup> Kök kanal patları biyouyumlu olmaları gerekliliğinin yanı sıra iyi tıkama kapasitesine, radyoopasiteye, akıcılığa ve çalışmaya uygun fiziksel ve kimyasal özelliklere de sahip olmalıdır.<sup>2</sup> Günümüzde kullanılan kök kanal dolgu patları tüm ideal özellikleri karşılamadığından, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin iyileştirilebilmesi için sürekli yeni kök kanal dolgu patları geliştirilmektedir.<sup>3</sup>

Doğal ürünler uzun yıllardır alternatif tıp tedavilerinde kullanılmaktadır. Apiterapi veya arı ürünleriyle tedavi (bal, polen, propolis, vb.) son yıllarda tekrar popüler hale gelmiş eski bir gelenektir.<sup>4</sup> Propolis, bal arılarının ağaç kabuklarından ve bitkilerin filiz, dal ve tomurcuklarından topladıkları ürünleri, reçinemsî maddeleri, bitki öz sularını ve balmumunu karıştırarak kovan içerisinde oluşturdukları reçinemsî, yapışkan, keskin ve güzel kokulu organik bir üründür.<sup>5,6</sup> Bal arısı kovanlarından toplanan propolisin antioksidan, antibakteriyel,

Makale gönderiliş tarihi: 3 Temmuz 2018; Yayına kabul tarihi: 13 Şubat 2019  
\*İletişim: Dr. Mügem Aslı Ekici, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, 06510, Emek, Ankara, Türkiye;  
E-posta: [muugeem@hotmail.com](mailto:muugeem@hotmail.com)

**Tablo 1. Çalışmada kullanılan patlar ve içerikleri**

Deney patları	İçerik
PP5	<b>Toz:</b> %42 çinko oksit, %27 staybelite rezin, %1 sodyum borat, %15 baryum sülfat, %15 bizmut subkarbonat <b>Likit:</b> %95 öjenol, %5 propolis
PP10	<b>Toz:</b> %42 çinko oksit, %27 staybelite rezin, %1 sodyum borat, %15 baryum sülfat, %15 bizmut subkarbonat <b>Likit:</b> %90 öjenol, %10 propolis
PP25	<b>Toz:</b> %42 çinko oksit, %27 staybelite rezin, %1 sodyum borat, %15 baryum sülfat, %15 bizmut subkarbonat <b>Likit:</b> %75 öjenol, %25 propolis
PP50	<b>Toz:</b> %42 çinko oksit, %27 staybelite rezin, %1 sodyum borat, %15 baryum sülfat, %15 bizmut subkarbonat <b>Likit:</b> %50 öjenol, %50 propolis
Grossman patı	<b>Toz:</b> %42 çinko oksit, %27 staybelite rezin, %1 sodyum borat, %15 baryum sülfat, %15 bizmut subkarbonat <b>Likit:</b> öjenol %100
AH Plus	<b>Epoksid patı:</b> diepoksid, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, aerosil, renklendiriciler <b>Amin patı:</b> 1-adamantane amin, N,N-dibenzyl-5-oxa-nonandiamin-1,9, TCD-diamin, kalsiyum tungstat

antifungal, antiviral, lokal anestezi, antiinflamatuvar, hepatoprotektif, immünostimülatör ve sitostatik olması gibi birçok biyolojik özelliği mevcuttur.<sup>7,8</sup>

Bu çalışmanın amacı farklı firmalar tarafından üretilen kök kanal dolgu patlarına alternatif olabileceği düşünülen ve ülkemiz kaynaklarından faydalanılarak hazırlanan propolis içeren çinko oksit-öjenol esaslı deney patlarının fiziksel özelliklerini Grossman patı ve AH Plus ile karşılaştırmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya başlamadan önce Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulundan onay alındı (B.30.2.ANK.0.21.63.00/824-02/9-8/122). Çalışmada film kalınlığı, akıcılık, çözünürlük, radyoopasite, sertleşme süresi ve patların sudaki ekstraktlarının pH'sinin değerlendirilmesinde ISO (6786:2001) standardında belirtilen yöntemler kullanıldı.<sup>9</sup>

### Kullanılan patlar ve hazırlanmaları

Çalışmada kullanılan patlar ve içerikleri Tablo 1'de gösterilmektedir. Kullanılan propolis özü Tekirdağ bölgesinden toplandı ve Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünde etanol içerisinde hazırlandı. Propolis içeren çinko oksit-öjenol esaslı deney patlarının (PP) ve Grossman patının partikül

büyükliğünün homojenitesini sağlamak için patlar hazırlanırken ve likitle karıştırılmadan önce toplamda iki kez 150 mesh'lik elekten geçirildi. PP'lerin ve Grossman patının karıştırılması sırasında standardizasyonu sağlamak için toz ve likit oranı 3/1 olarak ayarlandı. AH Plus patı (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya) üretici firma talimatlarına göre karıştırıldı. PP'lerin likitinde propolis oranları %5 (PP5), %10 (PP10), %25 (PP25) ve %50 (PP50) olarak ayarlandı.

### Film kalınlığı testi

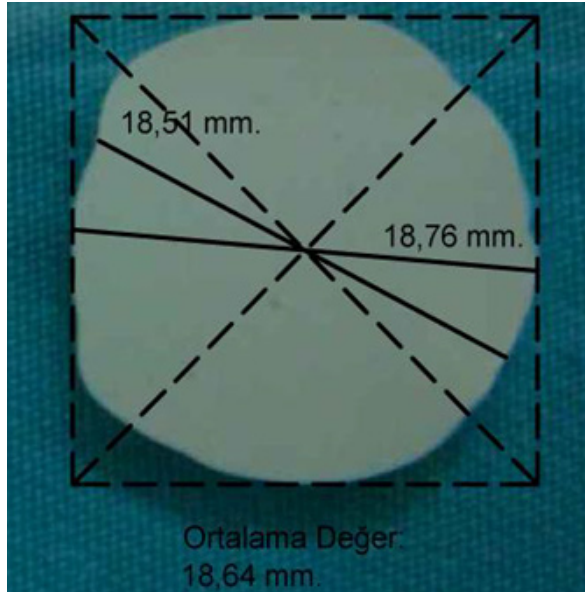
Kalınlığı 5 mm ve yüzey alanı 200±10 mm<sup>2</sup> olan, düzgün yüzeyli iki adet camın kalınlığı bir dijital kumpas yardımıyla µm cinsinden belirlendi. Patlar hazırlandıktan sonra insülin enjektörü yardımıyla 0.01 mL pat birinci camın ortasına yerleştirildi. Ardından ikinci cam patın üzerine kapatıldı. Camlar üzerine 15 kg ağırlık dik şekilde 7 dk boyunca uygulandı. Ağırlık kaldırıldıktan sonra iki camın kalınlığı tekrar ölçüldü. Ölçümler arasındaki fark, film kalınlığı olarak kaydedildi. Tüm patlar için test beş kez yapıldı.

### Akıcılık testi

İnsülin enjektörü yardımıyla 0.05±0.005 mL pat 5 mm kalınlığında, 20 gr ağırlığında ve 40×40 mm ebatında bir camın merkezine gelecek şekilde yerleştirildi. Aynı ölçülerde ve ağırlıktaki ikinci cam kök kanal dolgu patının üzerine koyuldu. Camların üzerine 10 dk boyunca dik şekilde 100 gr ağırlık uygulandı. Ağırlığın kaldırılmasının ardından standart mesafeden camın üzerine 1 cm uzunluğunda metal cetvel yerleştirilerek fotoğraf alındı. Patın oluşturduğu şeklin merkez noktası tespit edildi, bu noktaya göre patın oluşturduğu şeklin en uzun ve en kısa mesafeleri ölçüldü. Ölçülen mesafelerin ortalamaları alındı ve kaydedildi. Bu işlemler her bir kök kanal dolgu patı için beş kez yapıldı. Dijital ölçümler AutoCAD 2012 (AutoDesk, San Francisco, CA, ABD) programı yardımı ile yapıldı (Resim 1).

### Radyoopasite testi

Patlar 1 mm derinliğinde ve 10 mm çapında paslanmaz çelik kalıplara yerleştirildi ve üçer adet örnek elde edildi. Örnekler 37 °C'de %100 nemli etüvde 72 saat boyunca bekletildi. Örneklerin radyoopasitelerini değerlendirmek için her birinin kalınlığı 1 mm olan 10 basamaklı %98 saflıkta alüminyum basamak kullanıldı. Patlar gruplar halinde, alüminyum basamak ile D tipi oklüzal filmin (Kodak, Rochester, NY, ABD) merkezine yerleştirildi. Film ile ışın kaynağı arası 30 cm olarak standardize edildiikten sonra 70 kV, 8mA'da 1 sn süresince bir X-ışını cihazı ile film ışınlandı. Bu işlem her bir pat grubu için üç kez yapıldı. Tüm filmler otomatik banyo cihazında taze banyo solüsyonu ile banyo edildi. Baz ve bulanıklık densitesini belirlemek için ışın almamış bir adet oklüzal film de banyo edildi. Filmler bir tarayıcı (HP Photosmart C3100, Hong Kong, Çin) yardımı ile bilgisayara aktarıldı. Görüntüler üzerinde, örneklerin ve alüminyum basamakların her birinin tam ortasından 13×13 piksel boyutunda alanlar seçildi. Bu alanların ortalama grilik değerleri (OGD) bir bilgisayar programı (Adobe



**Resim 1.** Akıcılığı değerlendirilen PP10 grubundan 5. örneğin dijital ortamdaki görüntüsü. Akıcılığın değerlendirilmesinde referans olarak 10 mm uzunluğunda metal bir çubuk kullanıldı.

Photoshop CS2 Version 9.0.2, Adobe systems Inc., San Jose, CA, ABD) ile histogram fonksiyonu kullanılarak değerlendirildi. OGD değerlerinin hesaplanmasının ardından her bir filmde örneklerin radyoopasitesine eşdeğer alüminyum kalınlığı belirlendi.

#### Sertleşme süresi testi

Patlardan 2 mm kalınlığında 10 mm çapında teflon kalıplarda 5 adet örnek hazırlandı. Kalıplar 37 °C'de %100 nemli 4 saat süreyle etüvde bekletildi. Kalıpların etüvden çıkarılmasının ardından, örnekler 2 mm çaplı 5 mm uzunluğundaki uçla 100 gr ağırlık uygulayacak düzeneğe yerleştirildi. Ağırlık 10 dk süreyle örneklerin üst yüzeyine dik olarak uygulandı. Uygulama ucu her uygulamadan sonra temizlendi ve uç üzerinde pat kalıntısı kalmıncaya kadar uygulama tekrarlandı. Uygulayıcı uçta kalıntı kalmadığı süre, sertleşme süresi olarak kabul edildi. Sürelerin ortalaması alınarak patların sertleşme süreleri kaydedildi.

#### Çözünürlük testi

Patlar 1 mm derinliğinde 20 mm çapında teflon kalıplara yerleştirildi. Her pattan 5 adet örnek hazırlandı. Örnekler 37 °C'de %100 nemliliğe sahip etüvde 72 saat boyunca bekletildi. Bu sürenin sonunda örneklerin ağırlığı hassas tartı ile ölçüldü ve örnekler 50 mL distile su içeren plastik tüplere koyuldu. Tüpler 37 °C'de %100 nemliliğe sahip etüvde 1 hafta süreyle bekletildi. Örnekler plastik tüplerden çıkarılıp distile suyla yıkandıktan sonra emici kağıtlarla kurulandı. Ardından 24 saat süreyle 37 °C'de desikatöre bırakıldı. Örneklerin ağırlıkları tekrar ölçüldü. İlk ağırlıktan son ağırlığın çıkarılmasıyla elde edilen değer, patın ilk ağırlığına oranlanarak patın çözünürlük oranı tespit edildi.

#### pH ölçüm testi

Patlardan 1 mm kalınlığında 10 mm çapında beşer adet

örnek hazırlandı. Örnekler 72 saat süreyle 37 °C'de %100 nemli etüvde bekletildi. Örnekler daha sonra 10 mL distile su içeren cam tüplere yerleştirildi. Tüplerin ağzı kapatıldıktan sonra tekrar 37 °C'de %100 nemli etüvde koyuldu. Örnekler ölçümler yapıldığı zamanlar dışında bu etüvde bekletildi. Kalibrasyon ve standardizasyonun sağlanması için deneye başlanmadan önce distile suyun pH'sinin ölçülerek 5.6 olduğu kaydedildi. pH metre (HI 9321 Microprocessor pH meter, Hanna Instruments, Woonsocket, RI, ABD) yardımıyla sertleşmiş patın sudaki ekstraktlarının pH'si 1., 2., 3., 7. ve 14. günlerde ölçülerek kaydedildi.

#### Mikrosızıntı testi

Patların mikrosızıntısı Orucoğlu ve arkadaşlarının<sup>10</sup> hazırladığı deney düzeneğinde bilgisayarlı sıvı filtrasyon yöntemiyle değerlendirildi. Periodontal veya ortodontik nedenlerle yeni çekilmiş 120 adet tek köklü insan alt küçük azı dişi kullanıldı. Deneyde apeksi kapanmış, tek kökü, tek kanalı olan, kanalı kalsifiye olmayan ve kırık ve çatlağı bulunmayan dişler kullanıldı. Dişlerin üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları temizlendi. Dişler deney yapıncaya kadar oda sıcaklığında serum fizyolojik içinde bekletildi. Dişlerin kronları mine-sement sınırından su soğutması altında yüksek hızlı elmas frezler ile uzaklaştırıldı. Köklerin boyu 14±1 mm olarak ayarlandı. Çalışma boyu, #15 K-tipi kanal eğesi (Anteos, VDW, Münih, Almanya) apikal açıklığa kadar ilerletilip bu uzunluktan 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Kök kanal preparasyonu endodontik motor (X-smart, Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) yardımıyla döner aletler (Protaper Universal, Dentsply Maillefer) ile F3'e (30/.09) kadar yapıldı. Preparasyon sırasında kullanılan her eğeden sonra kök kanalları 2 mL %2 sodyum hipoklorit solüsyonuyla yıkandı. Kök kanalları kağıt konularla (Protaper Universal Paper Points, Dentsply Maillefer) kurutuldu. Her bir pat ile rastgele seçilen 20 adet diş tek kon tekniği ile uygun açılı gutta-perka konuları (Protaper Universal Gutta Percha Points, Dentsply Maillefer) ile dolduruldu. Kanalların koronal açıklıkları çinko oksit-öjenol siman (Kalzinol, Dentsply DeTrey) ile kapatıldı. Pozitif ve negatif kontrol olmak üzere toplam 4 adet diş ayrıldı. Pozitif kontrol grubunda, kanallar prepare edilerek doldurulmadan boş bırakıldı. Negatif kontrol grubunda, çalışma boyundan 1 mm uzun olacak şekilde #10 K-tipi eğeyle dişlerin apikal açıklıkları geçildi, ardından kökler ve apikal açıklık tırnak cilasıyla kaplandı.

Kök kanal dolguları tamamlanan dişler 37 °C'de %100 nemli etüvde 1 hafta bekletildi. Bir haftanın sonunda çinko oksit-öjenol siman kaldırıldı ve örnekler mikrosızıntı test düzeneğine yerleştirildi. Kanal dolgu materyalleri ve kök kanal duvarı arasından geçen sıvı miktarı mikrosızıntı olarak kabul edildi. Mikrosızıntı miktarı  $\mu$ L cinsinden ölçüldü.

#### İstatistiksel analiz

Gruplar-arası karşılaştırmalar için (film kalınlığı, akıcılık, çözünürlük, radyoopasite, sertleşme süresi ve mikrosızıntı) ve pH ölçümlerinin grup-ıçi ve gruplar-

**Tablo 2.** Grupların film kalınlığı, akıcılık, çözünürlük, radyoopasite, sertleşme süresi ve mikrosızıntı değerleri, gruplar-arası istatistiksel karşılaştırmalar ve [ISO standart sınırları]

Gruplar	Film kalınlığı Med (min-maks) ( $\mu$ m) [maks 50 $\mu$ m]	Akıcılık Med (min-maks) (mm) [min 20 mm]	Çözünürlük Med (min-maks) (%) [maks %3]	Radyoopasite Med (min-maks) (mm) [min 3 mm]	Sertleşme süresi Med (min-maks) (dk) [30 dk - 72 saat]	Mikrosızıntı Med (min-maks) ( $\mu$ L)
PP5	30 (10-30) <sup>a</sup>	22.4 (21.9-22.7) <sup>a</sup>	11.95 (9.95-12.76) <sup>ad</sup>	8.0 (8.0-8.0) <sup>ac</sup>	310 (310-320) <sup>ac</sup>	1.11 (0.54-3.13) <sup>a</sup>
PP10	20 (10-40) <sup>a</sup>	22.6 (21.9-22.9) <sup>ab</sup>	10.56 (9.61-11.47) <sup>abd</sup>	8.0 (8.0-8.0) <sup>ac</sup>	320 (310-330) <sup>a</sup>	0.42 (0.23-1.47) <sup>b</sup>
PP25	20 (10-50) <sup>a</sup>	22.0 (21.1-22.7) <sup>a</sup>	7.82 (7.35-8.19) <sup>b</sup>	7.0 (7.0-7.0) <sup>bc</sup>	330 (320-330) <sup>b</sup>	0.36 (0.10-7.23) <sup>b</sup>
PP50	30 (10-50) <sup>a</sup>	22.7 (20.2-27.2) <sup>a</sup>	5.95 (5.8-6.49) <sup>c</sup>	6.0 (6.0-6.0) <sup>b</sup>	330 (320-340) <sup>b</sup>	0.48 (0.09-1.66) <sup>b</sup>
Grossman	20 (10-30) <sup>a</sup>	23.4 (22.2-24.1) <sup>b</sup>	11.26 (10.89-11.87) <sup>d</sup>	7.0 (7.0-7.0) <sup>c</sup>	310 (300-310) <sup>c</sup>	0.94 (0.13-2.52) <sup>a</sup>
AH Plus	40 (30-50) <sup>a</sup>	21.0 (20.2-21.8) <sup>c</sup>	-0.09 (-0.17-0.04) <sup>e</sup>	10.0 (10.0-10.0) <sup>d</sup>	450 (440-470) <sup>d</sup>	0.32 (0.03-1.25) <sup>c</sup>

Verilerin değerlendirilmesinde; film kalınlığı, akıcılık, çözünürlük, radyoopasite, sertleşme süresi ve mikrosızıntı için Kruskal-Wallis testi kullanıldı. Med: medyan, min: minimum, maks: maksimum,  $\mu$ m: mikrometre, mm: milimetre, dk: dakika,  $\mu$ L: mikrolitre. Kare parantez içindeki değerler ISO standartlarına uygunluk için gereken minimum veya maksimum sınırlardır. Aynı sütundaki farklı üst simge küçük harfler gruplar-arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ( $p<0.05$ ).

arası karşılaştırmaları için ilk olarak Kolmogrov-Smirnov testi yapıldı ve verilerin normal dağılımdan gelmediği sonucuna ulaşıldı. İki'den fazla bağımsız grubun (film kalınlığı, akıcılık, çözünürlük, radyoopasite, sertleşme süresi ve mikrosızıntı) karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi, pH ölçümlerinin farklı zaman noktalarındaki ölçümlerini karşılaştırmada gruplar-arası değerlendirme için Friedman testi, grup-ıçi değerlendirme için Wilcoxon işaretli sıra testi kullanıldı. Kruskal-Wallis ve Friedman testindeki anlamlı farklılıkların incelenmesi için Dunn çoklu karşılaştırma testi yapıldı. Çalışmada anlamlılık düzeyi için üst sınır 0.05 olarak alındı. Tüm analizler SPSS 16.0 versiyonu (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapıldı.

## BULGULAR

Çalışmadan elde edilen film kalınlığı, akıcılık, çözünürlük, radyoopasite, sertleşme süresi ve mikrosızıntı verileri Tablo 2'de verildi.

### Film kalınlığı

PP'lerin, Grossman patının ve AH Plus'ın film kalınlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0.05$ ).

### Akıcılık

PP'lerin akıcılıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ( $p>0.05$ ). AH Plus patının akıcılığı istatistiksel olarak anlamlı şekilde diğer patlardan daha azdı ( $p<0.05$ ). PP10'un akıcılığı ve Grossman patının akıcılığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ( $p>0.05$ ). Grossman patı diğer patlardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha akıcı bulundu ( $p<0.05$ ).

### Radyoopasite

PP5 ve PP10'un radyoopasitesi PP25 ve PP50'nin

radyoopasitesinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksekti ( $p<0.05$ ). PP50'nin radyoopasitesi Grossman patının radyoopasitesinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşüktü ( $p<0.05$ ). AH Plus'ın radyoopasitesi diğer patlardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksekti ( $p<0.05$ ). Diğer durumlarda patların radyoopasiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ ).

### Sertleşme süresi

PP5'in sertleşme süresi PP25 ve PP50'nin sertleşme süresinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha kısaydı ( $p<0.05$ ). PP10, PP25 ve PP50'nin sertleşme süresi Grossman patından istatistiksel olarak anlamlı şekilde uzundu ( $p<0.05$ ). AH Plus'ın sertleşme süresi diğer patlardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde uzundu ( $p<0.05$ ). Diğer durumlarda patların sertleşme süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ ).

### Çözünürlük

PP5'in çözünürlüğü PP25 ve PP50'nin çözünürlüğünden istatistiksel olarak anlamlı şekilde fazlaydı ( $p<0.05$ ). PP10'nun çözünürlüğü PP50'nin çözünürlüğünden istatistiksel olarak anlamlı şekilde fazlaydı ( $p<0.05$ ). PP25 ve PP50'nin çözünürlüğü Grossman patının çözünürlüğünden istatistiksel olarak anlamlı şekilde azdı ( $p<0.05$ ). AH Plus'ın çözünürlüğü diğer patlardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde azdı ( $p<0.05$ ). Diğer durumlarda patların çözünürlükleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $p>0.05$ ).

### pH

Patların değişen zaman aralıklarına göre sudaki ekstraktlarının pH'lerinin gruplar-arası karşılaştırılmasında 7. gün hariç tüm zaman aralıklarında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p<0.05$ ). Tüm PP'lerin sudaki ekstraktlarının pH'si anlamlı olsun

**Tablo 3.** Farklı zaman dilimlerinde patların sudaki ekstraktlarının pH ölçüm değerleri (ortalama±standart sapma), grup-içi ve gruplar-arası istatistiksel karşılaştırmalar

Gruplar	1. gün	2. gün	3. gün	7. gün	14. gün
PP5	4.64±0.13 <sup>acAB</sup>	4.78±0.13 <sup>acAB</sup>	5.22±0.04 <sup>abcA</sup>	6.02±0.42 <sup>ba</sup>	5.50±0.19 <sup>ca</sup>
PP10	4.18±0.13 <sup>acAC</sup>	4.76±0.13 <sup>acAB</sup>	5.20±0.17 <sup>abcAB</sup>	5.66±0.26 <sup>ba</sup>	5.64±0.25 <sup>ca</sup>
PP25	5.02±0.63 <sup>abB</sup>	5.02±0.22 <sup>aA</sup>	5.10±0.14 <sup>abAB</sup>	5.98±0.53 <sup>ba</sup>	5.44±0.09 <sup>abAB</sup>
PP50	4.92±0.50 <sup>abB</sup>	4.52±0.31 <sup>ab</sup>	5.05±0.09 <sup>abAB</sup>	6.04±0.70 <sup>ba</sup>	5.54±0.13 <sup>baB</sup>
Grossman	4.86±0.53 <sup>acAB</sup>	4.30±0.17 <sup>ac</sup>	4.93±0.16 <sup>acBC</sup>	5.92±0.27 <sup>ba</sup>	5.52±0.04 <sup>ca</sup>
AH Plus	3.46±0.23 <sup>ac</sup>	4.12±0.34 <sup>abc</sup>	4.16±0.27 <sup>abc</sup>	5.76±1.08 <sup>ba</sup>	5.12±0.08 <sup>bb</sup>

Verilerin grup-içi karşılaştırılmasında Wilcoxon işaretli sıra testi, gruplar-arası karşılaştırılmasında Friedman testi kullanıldı. Aynı satırdaki farklı üst simge küçük harfler grup-içi karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı farklılığı, aynı sütündeki farklı üst simge büyük harfler gruplar-arası istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ( $p<0.05$ ).

veya olmasın çoğunlukla Grossman patı ya da AH Plus'inkinden yüksekti.

Patların değişen zaman aralıklarına göre sudaki ekstraktlarının pH'lerinin grup-içi karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ( $p<0.05$ ; Tablo 3). PP5, PP10 ve AH Plus'ın sudaki ekstraktının 1. gündeki pH'si 7. ve 14. günlerdekinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşüktü ( $p<0.05$ ). PP25 ve Grossman patının sudaki ekstraktının 1. gündeki pH'si 7. gününden istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşüktü ( $p<0.05$ ). PP50'nin sudaki ekstraktının 2. gündeki pH'si 7. ve 14. günlerdekinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşüktü ( $p<0.05$ ). Genel olarak patların sudaki ekstraktlarının pH'lerinin zaman geçtikçe yükselme eğiliminde olduğu görüldü.

#### Mikrosızıntı

PP5'in ve Grossman patının mikrosızıntıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ( $p>0.05$ ) PP5'in mikrosızıntısının PP10, PP25 ve PP50'nin ve AH Plus'inkinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde fazla olduğu görüldü ( $p<0.05$ ). PP'lerin ve Grossman patının mikrosızıntısı AH Plus'inkinden anlamlı şekilde fazlaydı ( $p<0.05$ ).

#### TARTIŞMA

Kök kanalının üç-boyutlu sızdırmaz bir şekilde doldurulmasında sıklıkla güta-perka konlarının beraberinde kök kanal dolgu patları kullanılmaktadır.<sup>11</sup> Çinko oksit-öjenol esaslı Grossman patı, dentin adezyonu iyi olan, antimikrobiyal etkinliğe sahip bir kök kanal dolgu patıdır.<sup>12</sup> AH Plus ise uzun dönem boyutsal stabiliteye sahiptir.<sup>13</sup> Çözünürlüğü oldukça azdır.<sup>14</sup> AH Plus patı bu özelliklerinin yanı sıra akıcılığının<sup>12</sup> iyi olması ve kök kanal dolgularında başarılı bir tıkama sağlanmasıyla karşılaştırma yapılacak yeni patlara karşı altın standart olarak kabul edilebilir.<sup>15</sup> Bu nedenle çalışmada deney patlarının fiziksel özelliklerini ve mikrosızıntısını değerlendirmek için çinko oksit-öjenol

esaslı Grossman patı ve rezin esaslı AH Plus patı seçilmiştir. Deney sonucunda film kalınlığı hariç PP'lerin diğer fiziksel özelliklerinin ve mikrosızıntı değerlerinin standart patlardan genellikle farklı olduğu görüldü.

Film kalınlığı ne kadar az olursa, patın küçük boşlukları ve düzensizlikleri doldurma ve dentin tübüllerine yayılma eğilimi o kadar fazla olur.<sup>16</sup> ISO (6876:2001) standardında kök kanal dolgu patları için belirtilen film kalınlığı üst limit değeri 50  $\mu\text{m}$ 'dir.<sup>9</sup> Önerilen yöntemde kullanılan ağırlık 15 kg olmasına rağmen klinik uygulamada kanal duvarlarına uygulanabilecek en büyük kuvvet yalnızca 3 kg'dir. Bu yüzden *in vivo* şartlarda elde edilen film kalınlığı değerlerinin *in vitro* yöntemlerde belirlenen film kalınlığı değerlerinden büyük olacağı bildirilmiştir.<sup>17</sup> Çalışmada test edilen patların film kalınlıkları ISO standartlarında belirtilen üst limitin altındadır. Çinko oksit-öjenol içerikli patların ve AH Plus'ın film kalınlıklarının karşılaştırıldığı bir çalışmada mevcut çalışmaya benzer olarak AH Plus'ın film kalınlığının çinko oksit-öjenol içeren patlara göre daha fazla olduğu gösterilmiştir.<sup>14</sup> Film kalınlığı testleri kök kanal dolgusundan sonra dolgu içerisindeki kök kanal dolgu patının hacmi hakkında da bilgi verebilir. Bazı kök kanal dolgu patlarının ağız sıvılarında çözülebileceği veya sertleştikten sonra büzülebileceği göz önünde bulundurularak, kök kanal dolgu patlarının film kalınlığının ince olması tercih edilmektedir.<sup>18</sup>

Patın kök kanal sistemine ve güta-perka konları arasına yayılma eğilimi önemlidir ve bununla birlikte apikal taşkınlık riski oluşturmaması gereklidir.<sup>17,19</sup> Çalışmada kullanılan kanal dolgu patları ISO standartlarının 20 mm olarak belirlediği akıcılık alt sınır değerinin üzerindedir. Bu açıdan bu çalışmanın bulgularının Almeida ve arkadaşlarının<sup>20</sup> ve Chang ve arkadaşlarının<sup>21</sup> bulgularıyla paralellik gösterdiği söylenebilir. Chang ve ark.<sup>21</sup> farklı kök kanal dolgu patlarının akıcılığını karşılaştırdıkları çalışmalarında çinko oksit-öjenol içerikli Pulp Canal Sealer'ın akıcılığını AH Plus'a göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bulmuşlardır.

Kök kanal tedavisinde kullanılan kök kanal dolgu maddelerinin radyografik özellikleri belirli standartlara uygun, diş ve kemik gibi çevre dokulardan ayırt edilebilir olmalıdır.<sup>22</sup> Kök kanal patlarının yeterli radyoopasiteye sahip olması kök kanal dolgularının radyografik olarak değerlendirilmesinde ve olguların izlenmesinde yardımcıdır.<sup>23</sup> Kökkanaldolgumaddelerinin ayırt edilebilir radyoopasiteye sahip olması için bizmut ve baryum gibi çeşitli radyopaklık kazandıran bileşenler kök kanal dolgu maddelerine eklenmiştir. Alüminyumun ışık emiliminin mineye benzer olması ve 1 mm kalınlığındaki alüminyumun radyoopasitesinin 1 mm kalınlığındaki mineralize dokuya eşit olması radyoopasite testlerinde alüminyum basamak kullanımına neden olmuştur.<sup>24</sup> AH Plus'ın yapısında bulunan zirkonyum oksit ve Grossman patında bulunan baryum sülfat, patlara radyopak özellik kazandırmaktadır. Çalışmamızda da deney patlarının radyopak olmasını sağlamak için içeriğine baryum sülfat eklenmiştir. Kök kanal dolgu patına eklenen radyoaktifleştirici maddenin tür, miktar ve oranına bağlı olarak düşük ya da yüksek radyoopasiteye sahip kök kanal dolgu patları elde edilebilir.<sup>25</sup> ISO (6876:2001) standartlarına göre patlar en az 3 mm alüminyum kalınlığına eşdeğer radyoopasiteye sahip olmalıdır<sup>9</sup> ve bulgulara göre tüm patların radyoopasitesi bu alt sınırın üzerindedir. Rezin esaslı AH Plus'ın çinko oksit-öjenol esaslı Grossman patı ve PP'lere oranla daha fazla radyoopasite göstermesi Flores ve arkadaşlarının<sup>26</sup> ve Taşdemir ve arkadaşlarının<sup>27</sup> çalışmalarını desteklemektedir. Radyoopasitesi değerlendirilen kök kanal dolgu patları arasındaki farklılıkların içeriklerindeki radyopaklığı sağlayan maddelerden kaynaklandığı ileri sürülmüştür.<sup>28</sup> Húngaro Duarte ve ark.<sup>29</sup> zirkonyum oksitin radyoopasitesinin baryum sülfata oranla daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Kök kanal dolgu patlarının sertleşme süresi, kök kanal dolgusunun tamamlanmasına izin verecek kadar uzun olmalıdır.<sup>30</sup> ISO (6786:2001) standartlarında kök kanal dolgu patlarının sertleşme süresinin 30 dk ile 72 saat arasında olması gerektiği belirtilmiştir.<sup>9</sup> Bu çalışmada kullanılan patların sertleşme sürelerinin bu aralıkta olduğu görülmüştür. Sertleşme süresi kök kanal patının bileşenlerine ve bileşenlerin parçacık boyutuna, ortam sıcaklığına ve nemlilik ayıdır.<sup>31</sup> Mevcut çalışmada patların hazırlandığı ortam aynı olduğundan sıcaklık ve nemliliği aynıydı. McMichen ve ark.<sup>14</sup> çinko oksit-öjenol ve rezin esaslı patların sertleşme sürelerini değerlendirdikleri çalışmalarında benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Ancak Zhou ve ark.<sup>32</sup> AH Plus ile çinko oksit-öjenol içerikli Pulp Canal Sealer'ın sertleşme sürelerini ISO standartlarına göre karşılaştırdıkları çalışmalarında mevcut çalışmanın bulgularının aksine Pulp Canal Sealer'ın sertleşme süresini AH Plus'tan daha uzun bulmuşlardır. Her iki çalışmada da ISO standartları kullanılmasına rağmen metodolojik farklılıklar vardır. Zhou ve arkadaşlarının<sup>32</sup> değerlendirme sürelerinin 10 dk ve 1 saat arasında değişmesinin bu farklılığa neden olduğu düşünülebilir.

Kök kanal dolgusunun sızdırmazlığında kök kanal

dolgu patlarının çözünmüyor ya da çok az çözünüyor olması gereklidir. Patın yapısındaki çözünme, periapikal dokuları irrite edebilecek maddeler salınmasına ve katı dolgu maddeleri ile pat ya da kök kanal duvarları ile pat arasındaki bağlantının zayıflamasına ve zamanla sızıntı olmasına neden olacaktır.<sup>33,34</sup> Yüksek çözünürlüğe sahip kök kanal patlarının kullanımı ile irritan salımının, sızıntının ve bakteri kolonizasyonunun artabileceği bildirilmiştir.<sup>26</sup> PP25 ve PP50'nin, PP5 ve PP10'dan ve Grossman patından daha az çözünürlüğe sahip olmasının öjenol içine eklenen rezin materyal propolisten kaynaklı olduğu düşünülmektedir. ISO (6786:2001) standardında kök kanal patlarının çözünme sonucu ağırlığında %3'ü aşan kayıp olmaması gerektiği belirtilmiştir.<sup>9</sup> Mevcut çalışmada çinko oksit-öjenol esaslı deney patlarının ve Grossman patının çözünürlüklerinin AH Plus patına oranla daha yüksek bulunması Donnelly ve arkadaşlarının<sup>33</sup> ve Schafer ve arkadaşlarının<sup>35</sup> çalışmalarının bulgularıyla uyumludur. Çalışmada elde edilen bu veriler propolis konsantrasyonunun çözünürlük üzerine etki olabileceğini düşündürmektedir.

Patların ilk ölçümlerine göre ikinci haftanın sonunda tüm patların sudaki ekstraktlarının pH'lerinin arttığı görülmektedir. Patların sudaki ekstraktlarının alkali pH'ları, osteojenik potansiyellerinin, biyouyumluluklarının ve antimikrobiyal özelliklerinin işareti olabilir.<sup>32</sup> Huang ve ark.<sup>36</sup> çinko oksit-öjenol, kalsiyum hidroksit ve rezin esaslı patların pH'larını karşılaştırmış ve rezin esaslı AH 26'nın en düşük pH'ya sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları mevcut çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Sıvı filtrasyon yönteminde örneğin tüm uzunluğu boyunca sızıntı değerlendirilir ve test gerektiğinde tekrar edilebilir.<sup>37</sup> Bilgisayarlı sıvı filtrasyon yöntemi, nicel ve tekrarlanabilir ölçümler yapılması ve kullanıcı kontrolününün daha etkin olması amacıyla geliştirilmiştir.<sup>10</sup> Bilgisayarlı sıvı filtrasyon yönteminde hava baloncuğunun hareketi görsel olarak değil bilgisayarla kontrol edilerek gözlemlenir. Çobankara ve ark.<sup>37</sup> sıvı filtrasyon yöntemiyle AH Plus, RoekoSeal, Ketac Endo ve Sultan patlarının mikrosızıntılarını değerlendirmiş ve tüm zaman dilimlerinde en fazla sızıntı gösteren patın çinko oksit-öjenol esaslı Sultan patı olduğunu bildirmişlerdir. Bouillaguet ve ark.<sup>38</sup> AH Plus, Gutta Flow, Epiphany ve Pulp Canal Sealer patlarının uzun dönem mikrosızıntılarını değerlendirmişler; çinko oksit-öjenol içerikli Pulp Canal Sealer'ın 1 yılın sonundaki ölçümlerde en fazla mikrosızıntı gösteren pat olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalara benzer olarak mevcut çalışmada da en az mikrosızıntı gösteren patın AH Plus, en fazla mikrosızıntı gösteren patların çinko oksit içeren Grossman patı ve deney patları olduğu görülmüştür.

Literatür taramasında propolis içeren kök kanal medikamanları, yıkama solüsyonları, saklama solüsyonları ve ağız gargaralarıyla ilgili birçok çalışmaya rastlanmasına karşın propolisin kök kanal dolgu patına ilave edilmesi ile ilgili sınırlı bilgi mevcuttur. Al-Ostvani

ve ark.<sup>39</sup> mevcut çalışmaya benzer olarak %50 propolis içeren kök kanal dolgu patının süt dişlerinde klinik ve radyografik başarılarını değerlendirdikleri çalışmalarında propolis içeren kök kanal dolgu patı ve test edilen diğer patlar arasında anlamlı farklılık bulamamışlardır. Ancak bahsedilen çalışma, propolisin katı ham halinin kullanılması ve klinik ve radyografik değerlendirmelerin yapılması nedeniyle mevcut çalışmadan farklıdır.

## SONUÇ

Propolisli patların çözünürlük hariç fiziksel özelliklerinin ISO 6876/2001 standartlarına uygun bulunması, PP10, PP25 ve PP50'nin mikrosızıntılarının Grossman patından daha az olması ve PP'lerin sudaki ekstraktlarının pH'larının standart patlardan daha alkali olması klinik uygulamalar için umut vericidir. PP'lerin kök kanal tedavisinde kullanılabilmesinden önce biyolojik ve kimyasal özelliklerinin değerlendirildiği daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

## TEŞEKKÜR VE ANMA

Bu araştırma 'Propolis esaslı yeni bir kök kanal dolgu patının fiziksel özelliklerinin *in vitro* olarak değerlendirilmesi' başlığıyla Aralık 2011 tarihinde, Gazi Üniversitesi Endodonti Anabilim Dalında Mügem Aslı Gürel'in doktora tezi olarak sunulmuştur. Araştırma 27-28 Nisan 2012 tarihinde İstanbul, Türkiye'de Türk Endodonti Derneği 11. Uluslararası Kongresi'nde poster bildirisi olarak sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

1. Siqueira JF Jr, Favieri A, Gahyva SM, Moraes SR, Lima KC, Lopes HP. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. *J Endod* 2000;26:274-7.
2. Seux D, Couble ML, Hartman DJ, Gauthier JP, Magloire H. Odontoblast like cytodifferentiation of human dental pulp cells *in vitro* in the presence of a calcium hydroxide containing cement. *Arch Oral Biol* 1991;36:117-28.
3. Almeida LHS, Moraes RR, Morgental RD, Cava SS, Rosa WLO, Rodrigues P, *et al.* Synthesis of silver-containing calcium aluminate particles and their effects on a MTA-based endodontic sealer. *Dent Mater* 2018;34:e214-23.
4. Banskota AH, Tezuka Y, Kadota S. Recent progress in pharmacological research of propolis. *Phytother Res* 2001;15:561-71.
5. Hepşen F, Tilgen F, Er H. Propolis: tıbbi özellikleri ve oftalmolojik kullanımı. *Turgut Özal Tıp Merkezi Derg* 1996;3:386-91.
6. Fuliang HU, Hepburn HR, Xuan H, Chen M, Daya S, Radloff SE. Effects of propolis on blood glucose, blood lipid and free radicals in rats with diabetes mellitus. *Pharmacol Res* 2005;51:147-52.
7. Kumova U, Korkmaz A, Avcı BC, Ceyran G. Önemli bir arı ürünü: propolis. *Uludağ Bee Journal* 2002;2:10-24.
8. Vatansever HS, Sorkun KS, Gurhan ID, Kurt FO, Turkoz E, Gencay O, *et al.* Propolis from Turkey induces apoptosis through activating caspases in human breast carcinoma cell lines. *Acta Histochem* 2010;112:546-56.
9. International Standards Organization. Dentistry: root canal sealing materials. ISO6876. International Standards Organization, Geneva, Switzerland; 2001.
10. Orucoglu H, Sengun A, Yilmaz N. Apical leakage of resin based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. *J Endod* 2005;31:886-90.
11. Jasper E. Adaptation and tolerance of silver point canal filling. *J*

*Dent Res* 1941;4:355.

12. Metzger Z, Basrani B, Goodis HE. Instruments, materials and devices. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Pathways of the pulp*. 10th ed. St. Louis: Mosby; 2011. p. 223-82.
13. Ørstavik D, Nordahl I, Tibbals JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater* 2001;17:512-9.
14. McMichen FR, Pearson G, Rahbaran S, Gulabivala K. A comparative study of selected physical properties of five root canal sealers. *Int Endod J* 2003;36:629-35.
15. Brackett MG, Martin R, Sword J, Oxford C, Rueggeberg FA, Tay FR, *et al.* Comparison of seal after obturation techniques using a polydimethylsiloxan based root canal sealer. *J Endod* 2006;32:1188-90.
16. Gambarini G, Testarelli L, Pongione G, Gerosa R, Gagliani M. Radiographic and rheological properties of a new endodontic sealer. *Aust Endod J* 2006;32:31-4.
17. Sen BH. Toz likit komponentli kök kanal dolgu maddelerinin değişik toz/likit oranlarında kullanılması ile fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimlerin incelenmesi [tez]. İzmir: Ege Üniversitesi; 1994.
18. Pane ES, Palamara JE, Messer HH. Behavior of resin-based endodontic sealer cements in thin and thick films. *Dental Mater* 2012;28:e150-9.
19. Vitti RP, Prati C, Sinhoreti MA, Zanchi CH, Souza E Silva MG, Ogluari FA, *et al.* Chemical-physical properties of experimental root canal sealers based on butyl ethylene glycol disalicylate and MTA. *Dent Mater* 2013;29:1287-94.
20. Almeida JF, Gomes BP, Ferraz CC, Souza-Filho FJ, Zaia AA. Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *Int Endod J* 2007;40:692-9.
21. Chang SW, Lee YK, Zhu Q, Shon WJ, Lee WC, Kum KY, *et al.* Comparison of the rheological properties of four root canal sealers. *Int J Oral Sci* 2015;23:56-61.
22. Beyer Olsen EM, Ørstavik D. Radiopacity of root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1981;51:320-8.
23. Manson Hing LR. An investigation of the roentgenographic contrast of enamel, dentine, and aluminum. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961;14:1456-72.
24. Vermilyea SG, de Simon LB, Hubet EF. The rheological properties of endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1978;46:711-6.
25. Rossato TCA, Gallas JA, da Rosa WLO, da Silva AF, Piva E, Peralta SI, *et al.* Experimental sealers containing metal methacrylates: Physical and biological properties. *J Endod* 2017;43:1725-29.
26. Flores DS, Rached FJ Jr, Versiani MA, Guedes DF, Sousa-Neto MD, Pêcora JD. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int Endod J* 2011;44:126-35.
27. Tasdemir T, Yesilyurt C, Yıldırım T, Er K. Evaluation of the radiopacity of new root canal paste sealers by digital radiography. *J Endod* 2008;34:1388-90.
28. Candeiro GT, Correia FC, Duarte MA, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J Endod* 2012;38:842-5.
29. Húngaro Duarte MA, de Oliveira El Kadre GD, Vivan RR, Guerreiro Tanomaru JM, Tanomaru Filho M, de Moraes IG. Radiopacity of portland cement associated with different radiopacifying agents. *J Endod*. 2009;35:737-40.
30. Massi S, Tanomaru-Filho M, Silva GF, Duarte MA, Grizzo LT, Buzalaf MA, *et al.* pH, calcium ion release, and setting time of an experimental mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *J Endod* 2011;37:844-6.
31. Ørstavik D. Physical properties of root canal sealers: measurement of flow, working time, and compressive strength. *Int Endod J* 1983;16:99-107.
32. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod* 2013;39:1281-6.
33. Donnelly A, Sword J, Nishitani Y, Yoshiyama M, Agee K, Tay FR, *et*

al. Water sorption and solubility of methacrylate resin based root canal sealers. J Endod 2013;33:990-4.

34. Kazemi RB, Safavi KE, Spangberg LSW. Dimensional changes of endodontic sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1993;76:766-71.

35. Schafer E, Zandbiglari T. Solubility of root canal sealers in water and artificial saliva. Int Endod J 2003;36:660-9.

36. Huang TH, Kao CT. pH measurement of root canal sealers. J Endod 1998;24:236-8.

37. Cobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH. A quantitative evaluation of apical leakage of four root canal sealers. Int Endod J 2002;35:979-84.

38. Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH Plus, Gutta Flow and Epiphany. Int Endod J 2008;41:219-26.

39. Al-Ostwani AO, Al-Monaqel BM, Al-Tinawi MK. A clinical and radiographic study of four different root canal fillings in primary molars. J Indian Soc Pedod Prev Dent 2016;34:55-9.

---

## ***In vitro* comparison of the physical properties of zinc oxide eugenol-based, propolis-containing experimental root canal sealers with standard sealers**

### **ABSTRACT**

**OBJECTIVE:** To compare the physical properties and microleakage of zinc oxide eugenol-based experimental sealers containing propolis (PS) with Grossman sealer and AH Plus.

**MATERIALS AND METHOD:** Propolis collected from Tekirdağ

area (Thrace region, Turkey) was used. Experimental sealers containing propolis at different ratios were prepared [5% (PS5), 10% (PS10), 25% (PS25), 50% (PS50)], and compared with Grossman sealer and AH Plus. The film thickness, flow, radiopacity, setting time, solubility and pH of the aqueous extracts were evaluated according to the ISO 6876/2001 standards. The microleakage was evaluated using the computerized fluid filtration method. Friedman and Kruskal-Wallis tests were used for the statistical analysis of the pH and the remaining data, respectively ( $\alpha=0.05$ ).

**RESULTS:** Except for the solubility, the physical properties of the PSs were compatible with the ISO 6876/2001 standards. The solubility of the PSs was similar to the Grossman sealer ( $p>0.05$ ); but significantly greater than the AH Plus ( $p<0.05$ ). Regarding the inter-group comparison of the pH, the aqueous extracts of all PSs had either similar or significantly greater pH compared with those of the Grossman sealer or AH Plus ( $p<0.05$ ). Significant differences were also found in the intra-group analyses ( $p<0.05$ ) with a general tendency of an increase in the pH values with time. As for the microleakage, the highest values were seen in PS5 and the Grossman sealer ( $p>0.05$ ; the two were similar), and the lowest values were seen in AH Plus; PS10, PS25 and PS50 had intermediate microleakage.

**CONCLUSION:** The PSs are promising for possible future clinical use as most of their physical properties were in accordance with the ISO 6876/2001 standards. Besides, their microleakage values were less than the Grossman sealer, and their aqueous extracts revealed favorable pH.

**KEYWORDS:** Root canal filling materials; root canal therapy; propolis