

Özgün araştırma makalesi

# Reciproc blue ve t-endo must sistemlerinin eğelerinin ve güta-perka konularının taramalı elektron mikroskopuyla incelenmesi: *in vitro* bir çalışma

Savaş Özmen<sup>1</sup>,<sup>ID</sup> Mevlüt Sinan Ocak<sup>2</sup>,<sup>ID</sup>

<sup>1</sup>Söke Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, Aydın, Türkiye,

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

## ÖZET

**AMAÇ:** Nikel titanyum alaşımların süper elastik özelliklerinin avantajlarının fark edilmesiyle birlikte bu alaşımlardan motorla çalışan döner eğeler üretilmiş ve sonrasında bu eğelere uygun koniklikte güta-perka (GP) konileri piyasaya sürülmüştür. Bu çalışmanın amacı, resiprokasyon eğeleri ile bu eğelere karşılık gelen GP konilerinin çap ve konisitelelerinin birbirleriyle uyumunu belirlemektir.

**GEREÇ VE YÖNTEM:** T-Endo Must (Dentac) ve Reciproc Blue (VDW) eğelerinin ve eşleşen GP'ların tüm boyutlarında çap ve koniklik değerlerinin uyumlu olup olmadığı, üreticinin belirttiği nominal değerlere uygunluğu ile ISO ve ADA standartlarına karşılayıp karşılamadığı değerlendirildi. Bu araştırma kapsamında, her ebattan 15'er adet olmak üzere toplam 90 ege ve toplam 90 GP kullanıldı. Eğeler ve GP'ların taramalı elektron mikroskobu ölçümleri 35X büyütmede aynı operatör tarafından yapıldı. Bağımsız iki grup arasındaki farklılıklar, 0.05 anlamlılık düzeyiyle independent samples T-testi ile değerlendirildi.

**BULGULAR:** Çap ve koniklik değerleri için T-endo Must eğelerinin karşılık gelen GP konileriyle eşleşmediği ve Reciproc Blue sistemi için tüm boyutlardaki eğelerin GP'lerden çoğunlukla daha büyük olduğu tespit edildi (p < 0.05). T-Endo Must eğelerinin ve GP'larının koniklik değerlerinin çoğunlukla tolerans seviyeleri içinde olduğu; çap değerlerinin ise tolerans aralıklarının dışında olduğu tespit edildi.

**SONUÇ:** ISO ve ADA standartlarına uyumun test edilen ege ve GP sistemlerinde karşılanmadığı ve aynı üretici içinde dahi farklılıkların olduğu tespit edildi. Hem Reciproc Blue hem de T-Endo Must ege ve karşılık gelen GP konilerinin çap ve koniklik bakımından uyumsuz olduğu belirlendi.

**ANAHTAR KELİMELER:** Dental Ekipman; standardizasyon; tarayıcı elektron mikroskopisi

**KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:** Özmen S, Ocak MS. Reciproc Blue ve T-Endo Must Sistemlerinin Eğelerinin ve Güta-Perka Konularının Taramalı Elektron Mikroskopuyla İncelenmesi: *in Vitro* Bir Çalışma. Acta Odontol Turc 2026;43(2):89-98

**EDİTÖR:** Bağdagül Helvacıoğlu Kıvanç, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

**YAYIN HAKKI:** © 2026 Özmen ve Ocak. 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.

**ETİK BEYAN:** Etik Kurul onayına gerek yoktur.

**FINANSAL DESTEK:** Bu çalışma F.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri (Fübab) Koordinasyon Birimi, Elazığ, Türkiye tarafından DHF.21.04. proje numarası ile desteklenmiştir. Çıkar Çatışması: Bulunmamaktadır.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

## Giriş

Endodontik tedavide başarı, doğru tanı, kök kanallarının mekanik temizliği, kimyasal dezenfeksiyonu, hermetik dolgu ve koronal restorasyon ile ilişkilidir.<sup>1</sup> Kök kanal tedavisinin ana hedeflerinden biri, kök kanal sisteminin üç boyutlu ve sızdırmaz olarak doldurulmasıdır ve bu, tedavinin başarısını artırmaktadır.<sup>2</sup> Sızdırmaz bir şekilde doldurulan kök kanal sistemi, kontaminasyonu ve koronal sızıntıyı önleyerek kök kanalına periapikalden de sızıntının önüne geçer ve böylece kök kanalı içerisinde bulunan bakteriler yaşamlarını sürdüremez.<sup>3,4</sup> En yaygın sızdırmaz doldurma yöntemi, kök kanal sisteminin güta-perka (GP) ve kanal patı ile tıkanmasıdır.<sup>5,6</sup> Bu nedenle, hazırlanan kanal boşluğuna GP'nın boyutsal olarak uyumlu olması beklenmektedir.<sup>7</sup>

Zaman ve maliyet açısından karmaşıklık içeren kök kanal tedavisi sırasında kullanılan Nikel Titanyum (NiTi) döner eğeleri ve bunlarla eşleştirilen GP konilerinin uygun olmaması durumunda, klinisyenin zaman kaybına ve tedavide başarısızlığa neden olabilir. Kök kanallarının doldurulması sırasında, eğelerin ve

Makale gönderiliş tarihi: 19 Kasım 2024; Yayına kabul tarihi: 28 Mayıs 2025

\*İletişim: Mevlüt Sinan Ocak,

Fırat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

E-posta: [msocak@firat.edu.tr](mailto:msocak@firat.edu.tr)

konilerin boyutsal farklılıkları, GP konisinin periapikal dokulara itilmesine veya kök kanalı duvarı ile zayıf uyuma ve eksik kanal dolusuna neden olabilir.<sup>8</sup>

GP ve kök kanal duvarları arasındaki boşlukları doldurmak ve sızdırmaz bir bariyer oluşturmak için kanal patı kullanılır. Kanal sistemi içerisindeki GP hacmi, kullanılan rezin bazlı kanal patı miktarından daha fazla olmazsa sızıntı oluşturabileceğinden dolayı kanal patları minimum düzeyde olmalıdır.<sup>9</sup> Doldurulmuş bir kök kanalında oluşan sızıntı, kanal patı-dentin ve kanal patı-GP arayüzleri boyunca gerçekleşebilir ve kök kanal tedavisinin başarısız olmasının olası bir nedenidir.<sup>10</sup> Kanal patı miktarını azaltmak için ana GP çalışma uzunluğunda kullanılan son kanal aleti ile uyumlu olmalıdır. Bu uyumluluk, GP konisinin prepare edilen kanal duvarlarına uyumunu artırarak kanal patı için en az boşluk kalmasını sağlar. Özellikle tek eğeli sistemlerde ve tek kon dolum tekniği kullanıldığında bu durum daha önemli hale gelmektedir.<sup>8</sup>

T-Endo Must (Öncü Dental, Dentac, İstanbul, Türkiye) eğe sistemi, kırılmaya karşı dayanıklı ve kıvrımlı kök kanal sistemi içinde dahi rahatlıkla kullanılabilen "tm-wire" ısıtma işlem teknolojisi ile üretilmiş olup S kesite sahiptirler. Eğeler, 25.06, 40.04 ve 50.04 boyutlarında bulunur. T Endo GP konileri 0.04 ve 0.06 koniklikte olup radyoopak çizgiler bulunduran, doygun ve stabilitesi yüksek malzemelerden üretilmiştir.<sup>11</sup>

S şeklinde bir kesite sahip olan Reciproc Blue (VDW, Münih, Almanya) sistemi 25, 40 ve 50 boyutlarında üç alet içerir ve eşleşen kağıt konlar, eşleşen GP konları bulunmaktadır. Uçtan geriye doğru konikleşen bu eğeler için üretici, ısıtma işlem gördüğü için kanal içerisinde daha düzgün bir şekilde ilerleyebildiğini, alete ön büküm verilebildiğini, daha esnek olduğundan dolayı doğal kök anatomisini koruyabildiğini ve döngüsel yorulmaya daha dirençli olduğu için alet kırılma riskinin azaldığını belirtmektedir.<sup>12</sup> Reciproc Blue 25 numaralı eğe uçta 0.25 mm çapa ve %8 konikliğe, 40 numaralı eğe uçta 0.40 mm çapa ve %6 konikliğe ve 50 numaralı eğe uçta 0.50 mm çapa ve %5 konikliğe sahiptir.<sup>13</sup>

Endodontik ekipmanların standartları, ISO 3630-1:2019 "Diş Hekimliği- Endodontik Aletler-Bölüm 1: Genel Gereksinimler" standardına göre belirlenir.<sup>14</sup> Bu bağlamda, çap ve koniklik bakımından tüm boyutlarında Reciproc Blue ve T-Endo Must eğelerinin ve aynı numaralardaki GP konilerinin birbirleriyle uyumluluklarının, ISO ve ADA standartlarına ve üreticinin belirttiği nominal değerlere uygunluklarının araştırılması çalışmamızda hedeflenmektedir. Çalışmamızın sıfır hipotezi, iki farklı döner eğe sistemi için eğe ve GP koniler arasında D1'den D16'ya kadar çap ve koniklik farkının olmadığı ayrıca ANSI/ADA ve ISO standartlarına uygun olduğudur.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Örneklem Seçimi ve Güç Analizi

Güç analizi, Gpower (3.1.9.7) yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. F testi: sabit etkiler, ana etkiler ve etkileşimler düzeyindeki test karşılaştırması için yapılan analizde, her bir alt grup için 15 ve toplamda 90 eğe ve 90 güta perka örneği üzerinden etki büyüklüğü (f) değeri 0.25, güç değeri (p) 0.85 ve hata değeri (II) 0.05 olarak hesaplandı. Bu koşullar altında hesaplanan gerçek güç değeri 0.86 olarak belirlendi.

### Örneklerin Hazırlanması

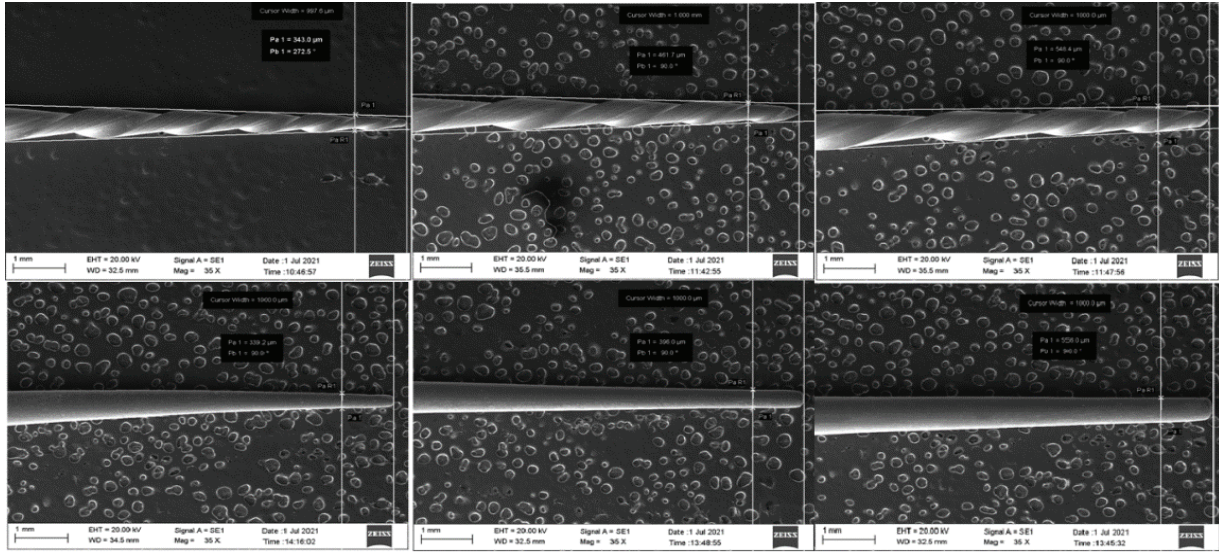
Bu çalışmada, Reciproc Blue ve T-Endo Must markalarına ait sistemlerden her bir boyuttan 15 eğe ve 15 GP örneği olmak üzere toplamda 90 eğe ve 90 GP kullanıldı. Örnekler altı gruba ayrıldı ve şu şekilde düzenlendi: Grup 1: T-Endo Must 25.06 Eğe ve karşılık gelen GP, Grup 2: T-Endo Must 40.04 Eğe ve karşılık gelen GP, Grup 3: T-Endo Must 50.04 Eğe ve karşılık gelen GP, Grup 4: Reciproc Blue 25 Eğe ve karşılık gelen GP, Grup 5: Reciproc Blue 40 Eğe ve karşılık gelen GP, Grup 6: Reciproc Blue 50 Eğe ve karşılık gelen GP. Eğeler ve GP önce ISO 3630-1:2019 standardında belirtilen saklama koşullarına uygun olarak hazırlandı. Örnekler, testten önce en az 1 saat süreyle (23 ± 2) °C'de %50 bağıl nemde koşullandırılarak hazırlandı ve saklandı.

### Ölçümlerin Yapılması

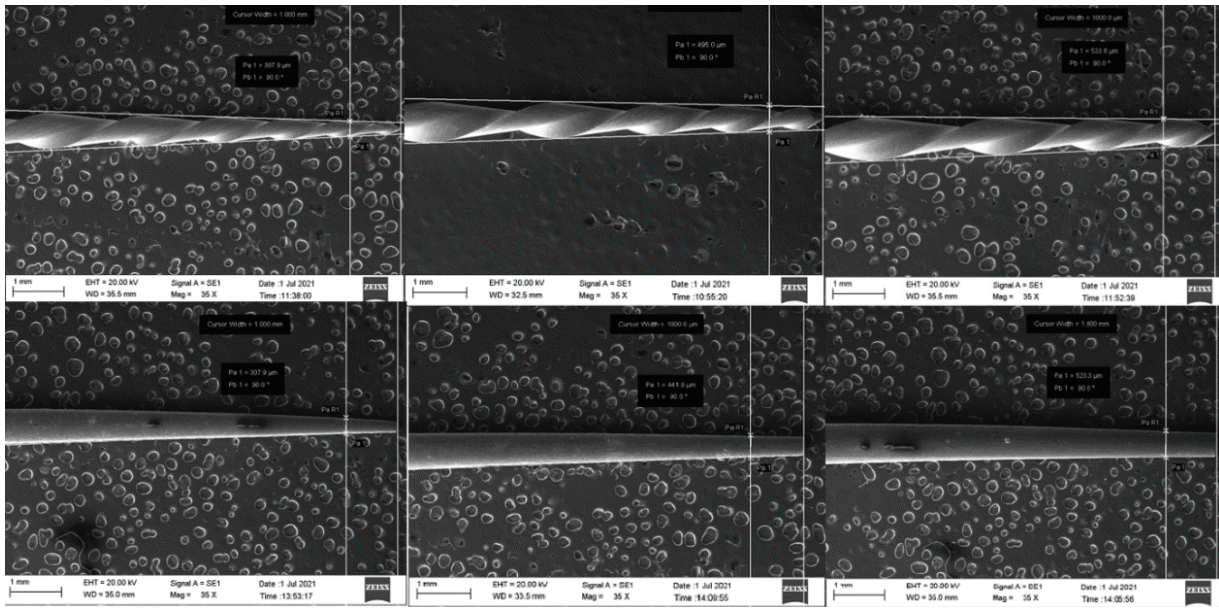
Örnekler, daha iyi görüntüleme ve ölçme için Altın Palladyum (Au-Pd) (4.0 dakika, 18.0 mA, 1.0 / mbar) ile kaplandı. Ardından, 5'erli gruplar olarak tutuculara yerleştirildi ve EVO MA10 (Carl Zeiss SMT AG, Almanya) SEM kullanılarak 35X büyütme oranında incelendi. Her milimetredeki çap değişikliği, cihazın kendi programıyla ölçüldü ve 0.1 µm hassasiyetle kaydedildi (Resim 1 ve Resim 2).

Eğeler ve güta perkalar ölçümden önce en az 1 saat süreyle (23 ± 2) °C'de ISO 554 uyarınca bekletildi ve ardından daha iyi görüntü alınarak ölçüm yapılabilmesi için, Altın Palladyum (Au-Pd) (4.0 dakika, 18.0 mA, 1.0 / mbar) iyonla kaplandı. Daha sonra örnekler 5'li gruplar halinde örnek tutucuya karbon bant ve boya kullanılarak yerleştirildi. Örnekler hazırlandıktan sonra F.Ü. MERLAB laboratuvarında bulunan EVO MA10 taramalı elektron mikroskopundan yararlanılarak 35X büyütmede aynı operatör tarafından her mili metredeki çap değişikliği; D1'den D16 ya kadar 1 mm aralıklarla eksene dik şekilde cihazın kendi programı yardımıyla ölçüldü. 0,1 mikrometre hassasiyetle ölçülen veriler kaydedildi.

Koniklik, ISO 3630-1:2019 standardında belirtildiği şekilde hesaplandı. Ayrıca, ANSI/ADA spesifikasyonlarına göre eğelerin çap ve koniklik toleransları hesaplandı.<sup>15</sup> Koniklik hesaplaması; D3 çapının D16 çapından çıkarılması ve 13'e bölünmesiyle yapılır. (Örnek: Standart Tip 1 alet boyutu 10luk alet için D3 = 0,16 mm ve D16 = 0,42 mm, koniklik = (0,42 - 0,16) / 13 = 0,02. Koniklik = (D16-D3)/ (L16-L3)).



**Resim 1.** T-Endo Must 25.06 - 40.4 - 50.4 kanal eğelerinin ve aynı boyuttaki güta-perka konilerinin SEM görüntüleri



**Resim 2.** Vdw Reciprocal Blue 25-40-50 kanal eğeleri ve aynı boyuttaki güta-perka konilerinin SEM görüntüleri

Standartlara göre, her boyutta 10 alet teste tabi tutulur; 10 örneğin tamamı geçerse ürün onay alır. Sekiz veya daha az numune geçerse ürün başarısız olur.

Tip 2 (Konik Aletler) için boyutlar ve konumlar (konik alet: 02'den farklı konik) Koniklik açısı tanımı; boyut tanımlamasının konik kısmı sayı biçiminde olacaktır. Bazı üreticiler, konikliği yüzde olarak belirleyebilir, örn. '%2'.

ANSI/ADA spesifikasyonuna göre üreticilerin ürünleri, #60 boyutuna kadar olan eğeler için  $\pm 0,02$  mm ve #60 boyutundan büyük eğeler için  $\pm 0,04$  mm çap toleransı vardır.<sup>16</sup> GP konileri için izin verilen tolerans seviyeleri, koni boyutuna bağlı olarak 0.05 mm ila 0.07

mm arasında değişir. Koniklik için, tolerans hem eğe hem de GP konisinin her boyutu için  $\pm 0.05$  mm'dir.<sup>15</sup>

### İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi IBM SPSS istatistik programı (versiyon 22) kullanılarak gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testiyle değerlendirildi. Nicel değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama  $\pm$  standart sapma olarak sunuldu. Bağımsız iki grup arasındaki farklılıklar independent samples T-testi ile değerlendirildi. Anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edildi.

## BULGULAR

### Eğ ve Güta-Perkaların Çap Değerlendirmesi

T-Endo Must sisteminin eğ ve GP çap uyumu Tablo 1'de sunulmaktadır. Eğler, 25.06 boyutunda D1-D5, 40.04 boyutunda D12-D16 ve 50.04 boyutunda D1-D5 ve D7 seviyelerinde GP'lardan istatistiksel olarak anlamlı derecede büyüktü ( $p < 0.05$ ). GP'lar ise 25.06 boyutunda D10-D16 ve 40.04 boyutunda D3-D5, D7-D9 seviyelerinde kanal eğlerinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde büyüktü ( $p < 0.05$ ).

Nd'e en yakın çaplar, T-Endo Must 25.06 ve 40.04 eğleri için D3'te ölçülürken D16'daki çaplar en yüksek değişkenliği gösterdi (T-Endo Must 25.06 eğ ve güta-perka için nominal değerler: D1:310, D3:430, D16:1210). T-Endo Must 40.04 boyutlu eğelerde, D1 ve D3'teki çaplar genellikle nd'lerden düşük iken, D16'da çoğunlukla yüksek çaplar ölçüldü. Nd'e en yakın çap ve en fazla varyasyon gösteren değerler T-Endo Must 50.04 eğleri için D16 seviyesinde ölçüldü (T-Endo Must 40.04 eğ ve güta-perka için nominal değerler: D1:440, D3:520, D16:1040). T-Endo Must 25.06 boyutlu GP'larda nd'e en yakın çaplar D1'de iken en yüksek değişkenlik D16'daki çaplarda görüldü. T-Endo Must 40.04 boyutlu GP'larda nd'e en yakın çaplar D3'te en yüksek değişkenlik D1 seviyesinde tespit edildi. T-Endo Must 50.04 GP'larda, nd'e en yakın ve en çok değişkenlik değerler D3 seviyesinde ölçüldü. D1, D3 ve D16 seviyelerindeki değerler nd'lerden tamamen yüksekti (T-Endo Must 50.04 eğ ve güta-perka için nominal değerler: D1:540, D3:620, D16:1140, Grafik 1).

VDW Reciproc Blue eğlerinin ve GP'larının çap uyumu Tablo 2'de gösterildi. Tüm boyutlardaki eğlerin GP'lardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha büyük olduğu görüldü ( $p < 0.05$ ). VDW Reciproc Blue 25 ve 40 eğlerinde nd'e en yakın değerler D3 seviyesinde tespit edilirken en çok değişkenlik ise D1 seviyesinde görüldü. D1, D3 ve D16 seviyelerinde ölçülen değerler nd'lerden yüksektir (VDW Reciproc Blue 25 eğ ve güta-perka için nominal değerler: D1:330, D3:490, D16:1050). VDW Reciproc Blue 40 eğleri için D1 ve D16 değerleri nd'lerden yüksek, D3 seviyesinde ise ölçülen değerler nd'lerden düşüktür. VDW Reciproc Blue 50 eğlerinde nd'e en yakın değerler D1'de, en çok değişkenlik ise D16'dadır. VDW Reciproc Blue 25

GP'ları için D1'de nd'e en yakın veriler elde edilirken en çok değişkenlik D3'de görüldü. VDW Reciproc Blue 40 ve 50 GP'larda, nd'e en yakın ve en çok değişkenlik gösteren değerler D1'de elde edildi (VDW Reciproc Blue 40 eğ ve güta-perka için nominal değerler: D1:460, D3:580, D16:1100). Reciproc Blue 50 GP'larda D1, D3 ve D16'da ölçülen tüm değerler nd'lerden düşüktü (VDW Reciproc Blue 50 eğ ve güta-perka için nominal değerler: D1:550, D3:650, D16:1170, Grafik 2).

### Eğ ve Güta-Perkaların Koniklik Değerlendirmesi

T-Endo Must eğlerinin ve GP'ların koniklik uyumu Tablo 3'de gösterildi. Eğler, 25.06 boyutu için GP'lardan çoğunlukla daha küçük ancak 40.04 boyutunda ise GP'lardan çoğunlukla daha büyüktü ( $p < 0.05$ ). D3 seviyesinde 50.04 boyutlu GP'lar eğlerden büyükken D9 seviyesinde ise eğler daha büyüktü ( $p < 0.05$ ).

T-Endo Must 25.06 eğlerinin D3 seviyesindeki koniklik değerlerinin nd'lerden küçük olduğu ve ortalama konikliğin D3'de 0.04 olduğu belirlendi. T-Endo Must 40.04 eğlerinin D3 seviyesindeki koniklik değerleri nd'lerden büyüktü ve aynı seviye için ortalama koniklik 0.05 olarak hesaplandı. T-Endo Must 50.04 eğlerinin D3 seviyesinde koniklik için hesaplanan değerlerinin nd'lerle uyumlu olduğu ve ortalama konikliğin ise aynı seviyede 0.04 olduğu tespit edildi. T-Endo Must 25.06 ve 50.04 GP'larının D3 seviyesindeki ölçülen koniklik değerleri nd'lerle çoğunlukla uyumlu çıkarken 40.04 boyutlu GP'larda ise daha az uyumlu olduğu belirlendi. Ortalama koniklik, T-Endo Must 25.06, 40.04 ve 50.04 GP'larda D3 seviyesinde sırasıyla 0.05, 0.04 ve 0.04 olarak hesaplandı (Grafik 3).

VDW Reciproc Blue eğlerinin ve GP'larının koniklik uyumu Tablo 4'da gösterildi. Tüm boyutlarda eğlerin GP'lardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde büyük olduğu görüldü ( $p < 0.05$ ). VDW Reciproc Blue 25, 40 ve 50 boyutlu eğlerin D3 seviyesindeki konikliklerinin nd'den tamamen küçük olduğu ve ortalama konikliğinde her üç eğ için D3'de 0.04 olduğu belirlendi. VDW Reciproc Blue GP'larının tüm ebatları için D3 seviyesinde ölçülen koniklikler nd'den küçüktü. Ortalama koniklik değerleri ise tüm GP'lar için D3'de 0.03 olarak hesaplandı (Grafik 4).

**Tablo 1. T-endo Must eğelerinin ve güta-perkalarının ölçülen seviyelerindeki çap uyumu. (Ortalama ve Standart Sapma Değerleri)**

Boyut	Ölçüm	p<0.05	Ortalama ± SD	Boyut	Ölçüm	p<0.05	Ortalama ± SD	Boyut		p<0.05	Ortalama ± SD	Eğ	Güta-Perka	Eğ	Güta-Perka
								Eğ	Güta-Perka						
25.06	D1	*	472.173 ±32.867	367.627 ±30.725	40.04	D1	419.807 ±26.370	446.500 ±44.422	50.04	D1	*	689.673 ±50.741	639.527 ±33.835		
	D2	*	503.833 ±51.498	424.280 ±34.331		D2	452.300 ±37.825	483.673 ±53.358		D2	*	723.633 ±36.845	688.820 ±33.455		
	D3	*	553.680 ±46.717	489.540 ±35.112		D3	487.093 ±36.178	524.173 ±50.060		D3	*	761.580 ±20.900	707.067 ±37.215		
	D4	*	587.707 ±32.846	551.927 ±39.799		D4	546.300 ±31.897	575.227 ±38.729		D4	*	797.387 ±25.319	763.913 ±27.634		
	D5	*	640.153 ±58.636	606.793 ±48.045		D5	597.327 ±35.311	626.513 ±41.994		D5	*	828.033 ±18.990	802.673 ±39.666		
	D6	*	696.433 ±68.031	675.007 ±28.432		D6	658.720 ±43.718	671.007 ±22.046		D6	*	868.693 ±27.231	848.960 ±43.603		
	D7	*	723.840 ±76.470	719.953 ±35.618		D7	697.333 ±41.321	731.100 ±21.983		D7	*	922.307 ±30.924	898.587 ±24.327		
	D8	*	785.140 ±64.588	783.453 ±41.200		D8	736.560 ±32.604	775.453 ±24.533		D8	*	965.267 ±50.394	955.647 ±37.925		
	D9	*	818.533 ±77.589	853.367 ±30.459		D9	778.927 ±56.836	814.720 ±35.745		D9	*	996.353 ±44.437	1011.793 ±21.600		
	D10	*	860.407 ±79.053	912.720 ±25.989		D10	864.747 ±61.470	859.407 ±26.883		D10	*	1024.620 ±52.194	1027.367 ±28.175		
	D11	*	873.707 ±40.553	964.080 ±51.738		D11	928.433 ±53.253	896.040 ±40.189		D11	*	1059.027 ±61.602	1076.600 ±24.790		
	D12	*	907.300 ±40.586	991.807 ±64.284		D12	980.213 ±71.706	932.367 ±34.009		D12	*	1114.467 ±72.102	1115.200 ±26.590		
	D13	*	943.687 ±52.817	1048.793 ±81.497		D13	1021.907 ±58.711	979.167 ±37.335		D13	*	1156.600 ±55.715	1158.400 ±10.985		
	D14	*	1000.807 ±73.767	1097.733 ±88.810		D14	1098.407 ±94.953	1032.707 ±40.832		D14	*	1209.667 ±63.743	1186.067 ±20.243		
	D15	*	1041.313 ±74.280	1152.333 ±83.088		D15	1142.340 ±86.862	1059.067 ±38.859		D15	*	1241.933 ±62.310	1238.133 ±35.154		
	D16	*	1075.893 ±87.250	1212.200 ±81.906		D16	1198.933 ±100.475	1113.533 ±35.860		D16	*	1284.800 ±51.325	1275.600 ±27.481		

\* Ölçülen seviyelerdeki eğe ve güta-perka çapları arasındaki anlamlı farklılıkları göstermektedir (p &lt; 0.05). Verilerin analizinde independent samples T-testi kullanılmıştır.

**Tablo 2. VDW Reciproc Blue eğelerinin ve güta-perkalarının ölçülen seviyelerindeki çap uyumu. (Ortalama ve Standart Sapma Değerleri)**

Boyut	Ölçüm	p<0.05	Ortalama ± SD	Boyut	Ölçüm	p<0.05	Ortalama ± SD	Boyut		p<0.05	Ortalama ± SD	Eğ	Güta-Perka	Eğ	Güta-Perka
								Eğ	Güta-Perka						
25	D1	*	370.620 ±31.575	360.173 ±43.729	40	D1	483.247 ±36.971	465.853 ±26.660	50	D1	*	646.500 ±36.477	485.207 ±56.574		
	D2	*	436.720 ±24.306	425.387 ±42.082		D2	527.513 ±18.952	520.687 ±10.272		D2	*	698.007 ±56.574	547.220 ±34.931		
	D3	*	484.613 ±24.902	448.840 ±43.287		D3	561.787 ±18.407	559.767 ±24.577		D3	*	766.993 ±32.259	589.893 ±28.917		
	D4	*	546.167 ±21.258	493.373 ±27.401		D4	630.507 ±15.564	600.013 ±32.252		D4	*	793.313 ±34.931	621.793 ±37.699		
	D5	*	588.700 ±30.634	519.893 ±37.777		D5	674.040 ±23.081	627.447 ±32.285		D5	*	869.613 ±29.589	661.200 ±36.890		
	D6	*	645.913 ±34.435	557.033 ±36.755		D6	711.167 ±31.818	659.787 ±18.585		D6	*	909.740 ±28.917	694.760 ±37.575		
	D7	*	702.173 ±32.128	610.373 ±18.064		D7	747.000 ±41.411	681.467 ±21.636		D7	*	956.187 ±27.007	726.427 ±27.503		
	D8	*	751.080 ±48.285	646.367 ±25.197		D8	814.287 ±39.539	701.020 ±23.347		D8	*	1008.947 ±37.699	760.940 ±28.316		
	D9	*	798.033 ±35.762	681.747 ±37.611		D9	856.593 ±29.696	727.207 ±32.116		D9	*	1061.300 ±23.553	789.087 ±26.763		
	D10	*	825.973 ±31.280	719.167 ±41.965		D10	873.013 ±31.158	766.307 ±40.840		D10	*	1114.000 ±36.890	819.353 ±25.287		
	D11	*	862.993 ±20.350	758.680 ±33.632		D11	893.313 ±18.153	796.273 ±49.177		D11	*	1138.533 ±22.362	851.887 ±31.341		
	D12	*	877.807 ±25.047	796.393 ±24.209		D12	931.347 ±17.815	829.993 ±57.327		D12	*	1157.733 ±37.575	881.427 ±21.950		
	D13	*	910.307 ±25.729	822.827 ±14.119		D13	963.960 ±13.012	899.747 ±26.119		D13	*	1184.400 ±26.410	902.993 ±30.071		
	D14	*	941.680 ±31.694	840.667 ±5.956		D14	1034.060 ±21.298	933.387 ±28.655		D14	*	1202.067 ±27.503	932.620 ±18.055		
	D15	*	977.887 ±33.213	867.660 ±19.854		D15	1085.933 ±26.350	961.367 ±19.983		D15	*	1242.667 ±34.462	954.073 ±21.939		
	D16	*	1030.387 ±44.906	899.907 ±26.838		D16	1124.533 ±30.458	1002.307 ±14.713		D16	*	1292.533 ±28.316	988.713 ±24.886		

\* Ölçülen seviyelerdeki eğe ve güta-perka çapları arasındaki anlamlı farklılıkları göstermektedir (p &lt; 0.05). Verilerin analizinde independent samples T-testi kullanılmıştır.

Tablo 3. T-endo Must eğelerinin ve güta-perkalarının ölçülen seviyelerindeki koniklik uyumu. (Ortalama ve Standart Sapma Değerleri)

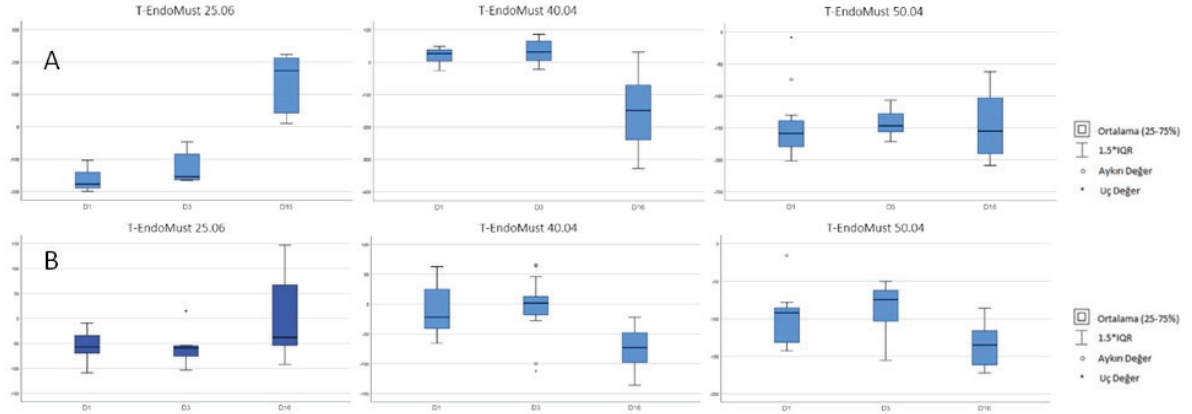
Boyut	p<0.05		Ortalama		Boyut		Ölçüm		p<0.05		Ortalama			
	Ölçüm	Ortalama ± SD	Ölçüm	Ortalama ± SD	Ölçüm	Ortalama ± SD	Ölçüm	Ortalama ± SD	Ölçüm	Ortalama ± SD	Ölçüm	Ortalama ± SD		
25.06	D1	*	0.04025 ±0.00560	0.05630 ±0.00592	40.04	D1	*	0.05194 ±0.00572	0.04447 ±0.00239	50.04	D1	0.03968 ±0.00485	0.04240 ±0.00232	
	D2	*	0.04086 ±0.00526	0.05628 ±0.00533		D2	*	0.05333 ±0.00586	0.04499 ±0.00320		D2	0.04008 ±0.00435	0.04191 ±0.00191	
	D3	*	0.04017 ±0.00648	0.05559 ±0.00422		D3	*	0.05476 ±0.00792	0.04534 ±0.00367		D3	*	0.04025 ±0.00407	0.04373 ±0.00255
	D4	*	0.04068 ±0.00707	0.05502 ±0.00488		D4	*	0.05439 ±0.00774	0.04486 ±0.00233		D4	0.04062 ±0.00420	0.04264 ±0.00200	
	D5	*	0.03961 ±0.00905	0.05504 ±0.00567		D5	*	0.05469 ±0.00871	0.04427 ±0.00207		D5	0.04152 ±0.00400	0.04299 ±0.00359	
	D6	*	0.03795 ±0.01135	0.05372 ±0.00753		D6	*	0.05402 ±0.00983	0.04425 ±0.00221		D6	0.04161 ±0.00399	0.04266 ±0.00513	
	D7	*	0.03912 ±0.01301	0.05469 ±0.00820		D7	*	0.05573 ±0.01143	0.04249 ±0.00284		D7	0.04028 ±0.00429	0.04189 ±0.00228	
	D8	*	0.03634 ±0.01557	0.05359 ±0.00852		D8	*	0.05780 ±0.01371	0.04226 ±0.00346		D8	0.03994 ±0.00337	0.03999 ±0.00435	
	D9	*	0.03677 ±0.01877	0.05126 ±0.00926		D9	*	0.06000 ±0.01721	0.04269 ±0.00322		D9	*	0.04121 ±0.00378	0.03769 ±0.00238
	D10	*	0.03591 ±0.02127	0.04991 ±0.01142		D10	*	0.05570 ±0.01411	0.04235 ±0.00487		D10	0.04336 ±0.00716	0.04137 ±0.00238	
	D11	*	0.04044 ±0.01480	0.04962 ±0.00969		D11	*	0.05410 ±0.01550	0.04350 ±0.00682		D11	0.04515 ±0.00903	0.03980 ±0.00560	
	D12	*	0.04215 ±0.01520	0.05510 ±0.00809		D12	*	0.05468 ±0.01436	0.04529 ±0.00790		D12	0.04258 ±0.01628	0.04010 ±0.00879	
	D13	*	0.04407 ±0.01423	0.05447 ±0.01058		D13	*	0.05901 ±0.01913	0.04479 ±0.00913		D13	0.04273 ±0.01736	0.03907 ±0.01037	
	D14	*	0.03754 ±0.01696	0.05723 ±0.01211		D14	*	0.05026 ±0.01336	0.04041 ±0.01158		D14	0.03757 ±0.01554	0.04477 ±0.01491	
	D15	*	0.03458 ±0.02529	0.05987 ±0.02700		D15	*	0.05659 ±0.02778	0.05447 ±0.02607		D15	0.04287 ±0.02919	0.03747 ±0.02524	

\* Ölçülen seviyelerdeki eğe ve güta-perka koniklikleri arasındaki anlamlı farklılıkları göstermektedir (p &lt; 0.05). Verilerin analizinde independent samples T-testi kullanılmıştır.

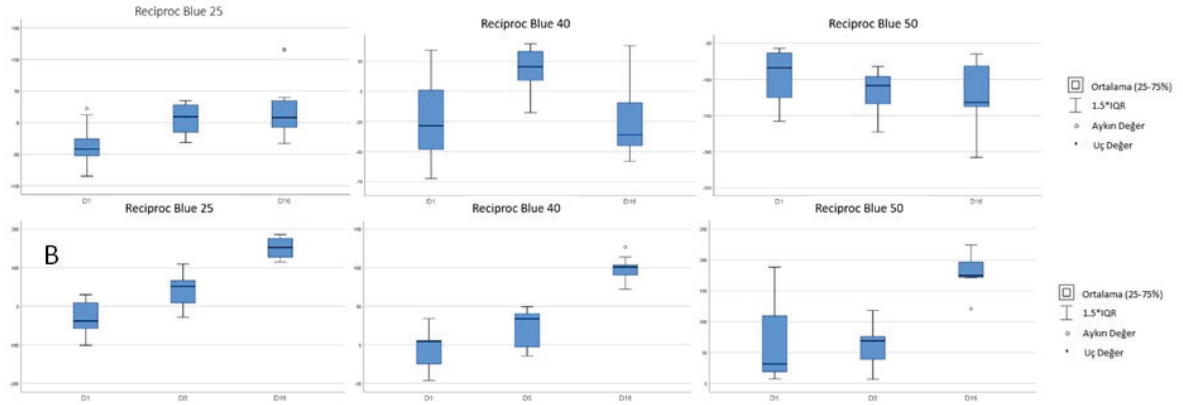
Tablo 4. VDW Reciproc Blue eğelerinin ve güta-perkalarının ölçülen seviyelerindeki koniklik uyumu. (Ortalama ve Standart Sapma Değerleri)

Boyut	p<0.05		Ortalama		Boyut		Ölçüm		p<0.05		Ortalama			
	Ölçüm	Ortalama ± SD	Ölçüm	Ortalama ± SD	Ölçüm	Ortalama ± SD	Ölçüm	Ortalama ± SD	Ölçüm	Ortalama ± SD	Ölçüm	Ortalama ± SD		
25	D1	*	0.04398 ±0.00245	0.03598 ±0.00290	40	D1	*	0.04275 ±0.00316	0.03576 ±0.00182	50	D1	*	0.04307 ±0.00301	0.03357 ±0.00356
	D2	*	0.04240 ±0.00311	0.03389 ±0.00284		D2	*	0.04264 ±0.00221	0.03440 ±0.00137		D2	*	0.04247 ±0.00323	0.03154 ±0.00259
	D3	*	0.04198 ±0.00338	0.03470 ±0.00275		D3	*	0.04329 ±0.00223	0.03404 ±0.00240		D3	*	0.04043 ±0.00299	0.03068 ±0.00234
	D4	*	0.04035 ±0.00344	0.03388 ±0.00305		D4	*	0.04117 ±0.00351	0.03352 ±0.00274		D4	*	0.04160 ±0.00327	0.03058 ±0.00290
	D5	*	0.04015 ±0.00304	0.03455 ±0.00382		D5	*	0.04095 ±0.00322	0.03408 ±0.00260		D5	*	0.03845 ±0.00367	0.02977 ±0.00279
	D6	*	0.03845 ±0.00375	0.03429 ±0.00380		D6	*	0.04134 ±0.00460	0.03425 ±0.00235		D6	*	0.03828 ±0.00433	0.02940 ±0.00303
	D7	*	0.03647 ±0.00407	0.03217 ±0.00341		D7	*	0.04195 ±0.00572	0.03565 ±0.00930		D7	*	0.03737 ±0.00332	0.02914 ±0.00345
	D8	*	0.03491 ±0.00572	0.03169 ±0.00449		D8	*	0.03878 ±0.00690	0.03766 ±0.00416		D8	*	0.03545 ±0.00465	0.02847 ±0.00305
	D9	*	0.03319 ±0.00566	0.03117 ±0.00597		D9	*	0.03828 ±0.00614	0.03930 ±0.00518		D9	*	0.03303 ±0.00452	0.02852 ±0.00487
	D10	*	0.03407 ±0.00742	0.03012 ±0.00695		D10	*	0.04192 ±0.00737	0.03933 ±0.00841		D10	0.02976 ±0.00493	0.02823 ±0.00521	
	D11	*	0.03548 ±0.00780	0.02825 ±0.00681		D11	0.04624 ±0.00761	0.04121 ±0.01114		D11	0.03080 ±0.00403	0.02737 ±0.00557		
	D12	*	0.03815 ±0.01040	0.02588 ±0.01054		D12	0.04830 ±0.00882	0.04308 ±0.01599		D12	0.03370 ±0.00835	0.02682 ±0.00679		
	D13	*	0.04003 ±0.01098	0.02569 ±0.01273		D13	*	0.05352 ±0.00808	0.03419 ±0.01119		D13	0.03604 ±0.01163	0.02857 ±0.00926	
	D14	*	0.04435 ±0.00883	0.02962 ±0.01509		D14	0.04524 ±0.01338	0.03446 ±0.01889		D14	*	0.04523 ±0.01622	0.02805 ±0.01060	
	D15	*	0.05250 ±0.02285	0.03225 ±0.02558		D15	0.03860 ±0.01986	0.04094 ±0.03113		D15	0.04987 ±0.03402	0.03464 ±0.01851		

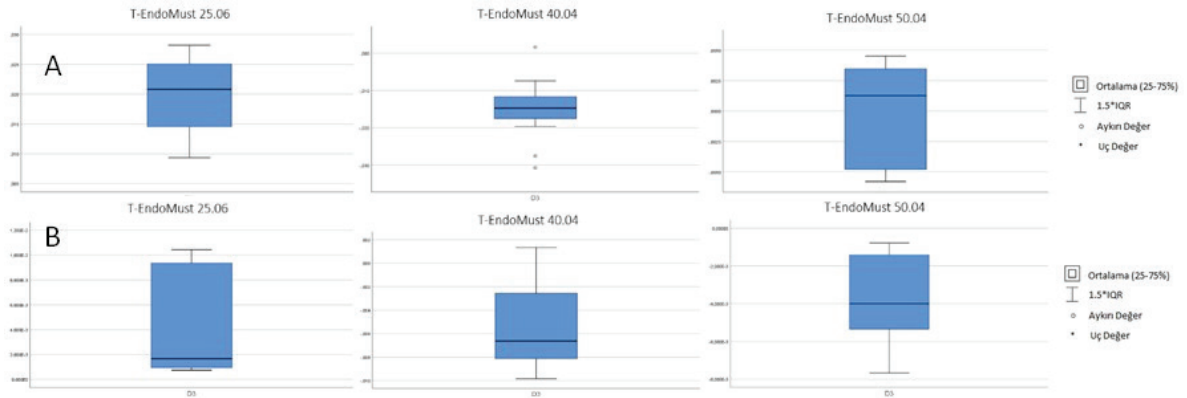
\* Ölçülen seviyelerdeki eğe ve güta-perka koniklikleri arasındaki anlamlı farklılıkları göstermektedir (p &lt; 0.05). Verilerin analizinde independent samples T-testi kullanılmıştır.



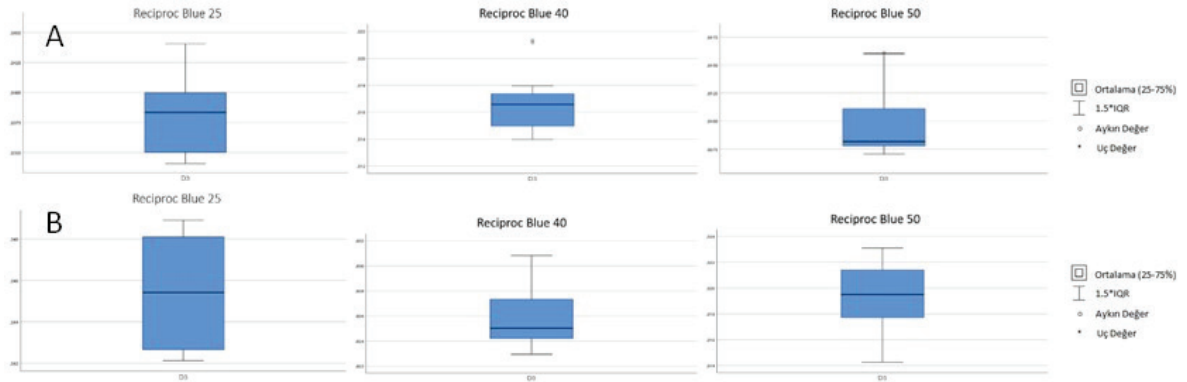
**Grafik 1.** T-Endo Must eğerlerinin (A) ve T-Endo gütâ-perkalarının (B) nominal değerlerle ölçülen çap değerleri arasındaki değişkenlik



**Grafik 2.** VDW Reciprocal Blue eğerlerin (A) ve VDW Reciprocal Blue gütâ-perkalarının (B) nominal değerlerle ölçülen çap değerleri arasındaki değişkenlik



**Grafik 3.** T-Endo Must Eğerlerin (A) ve T-Endo gütâ-perkalarının (B) nominal değerlerle ölçülen koniklik değerleri arasındaki değişkenlik



**Grafik 4.** VDW Reciprocal Blue eğerlerinin (A) ve VDW Reciprocal Blue gütâ-perkalarının (B) nominal değerlerle ölçülen koniklik değerleri arasındaki değişkenlik

## TARTIŞMA

Kanal tedavisinde kullanılan paslanmaz çelik eğeler günümüzde yerini NiTi alaşımdan üretilen eğelere bırakmıştır.<sup>17</sup> Ni-Ti döner kanal eğeleri esnek olmasının yanında, %2 koniklikteki üretilen paslanmaz çelik eğelere göre daha büyük boyutlardaki konikliklerde üretilebilirler. Kanal dolumunda da bu kanal eğelerinin farklı konikliklerine uyumlu olarak tasarlanan ve bu kanal eğelerin karşılık gelen boyutlarındaki GP konileri Üretilir.<sup>18</sup>

Reciproc Blue ve T-Endo Must gibi tek eğeli sistemlerde, üretici firmalar kanal şekillendirmesinin yalnızca tek bir ege ile tamamlanabileceğini iddia etmektedirler. Bu ege sistemlerinde, çalışma uzunluğuna kadar şekillendirme işleminin, eğenin nominal boyut ve konikliğinde tamamlandığı varsayılmakta ve dolgu aşamasında da son kullanılan eğenin ölçüsüne uygun tek bir GP konunun kullanılması tercih üretici tarafından önerilmektedir. Ancak kök kanal sistemlerinin morfolojik çeşitliliği ve 3 boyutlu karmaşık yapısı göz önünde bulundurulduğunda, preparasyon eğesinin geometrisinin kanal duvarlarına tam olarak yansması her zaman mümkün olmayabilir.<sup>19</sup> Bu nedenle tek kon dolum tekniği her olguda yeterli apikal ve lateral adaptasyonu sağlamayabilir ve bu tekniğin her kanal morfolojisi için uygun olduğuna dair bir fikir birliği bulunmamaktadır.<sup>20-22</sup> Dolayısıyla, kullanılan sistemin önerileri doğrultusunda tek kon ile dolum yapılması, vaka bazında değerlendirilmesi gereken bir karardır.

Bununla birlikte, Suudi Arabistan toplumunda yapılan bir çalışmada kök kanal tedavisindeki başarısızlıklarının neredeyse %37'sinin yetersiz kök kanal dolumundan kaynaklandığı tespit edilmiştir.<sup>23</sup> Kök kanal tedavisindeki kanal dolumunun amacı, apikal ve oral mikrosızıntıyı engelleyerek bütün kök kanal sisteminin sıvı geçirmez şekilde kapatılmasını sağlamaktır.<sup>24</sup> Kullanılan eğelerin ve konilerin boyutsal uyumsuzlukları, kök kanallarının dolumu sırasında GP'nın kanal sistemine yetersiz adaptasyonuna neden olabilir. Bu durum, dolgu materyalinin periapikal dokulara taşmasına veya dolumun apikalde kısa kalmasına yol açarak tedavi başarısını olumsuz etkileyebilir.<sup>8,25-27</sup> Literatür, endodontik tedavi başarısızlıklarının multifaktöriyel olduğunu; yetersiz şekillendirme, yetersiz dezenfeksiyon, dolum eksiklikleri ve koronal sızıntı gibi birçok etkene bağlı olabileceğini gösterse de kök kanal dolumunun başarısızlık oranlarına etkisinin net bir değerle ifade edilmesi için daha geniş kapsamlı epidemiyolojik çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.<sup>1,28,29</sup>

ISO standartlarında ölçüm aletleri olarak; gölge grafiği, ölçüm mikroskobu, komparatör, optik karşılaştırıcı veya  $\pm 0.002$  mm hassasiyetteki diğer uygun araçlar kullanılır. Cunningham ve ark.<sup>8</sup> GP boyutsal standardizasyonu alanında 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında, Kim ve ark.<sup>17</sup> kanal eğelerinin boyutsal uyumunu inceledikleri 2014 yılındaki

çalışmalarında ve Haupt ve ark.<sup>30</sup> GP ve kanal eğeleri arasındaki uyumunun değerlendirilmesindeki 2018 yılındaki çalışmalarında ölçüm için ışık mikroskobundan yararlanmışlardır. Belirtilen çalışmalarda kullanılan ölçüm mikroskobu 0.001 mm'lik hassasiyet seviyesindedir. Mirmohammadi ve ark.<sup>31</sup> 2018 yılında GP ve kanal eğeleri arasındaki boyut uyumunu araştıran çalışmalarında 1 nm hassasiyetli lazer mikrometresi kullanılmışlardır. Lazer mikrometre cihazı ile sıcaklık, basınç ve nem gibi kontrollü çevre koşullarında çalışmalar yapılabilir. Ancak bu cihazın pahalı oluşu ve kullanım zorluğu gibi dezavantajları mevcuttur.<sup>32</sup> GP konileri viskoelastik polimerik ve kısmen kristalimsi malzemeler olduklarından çevresel değişiklik sonucu boyutsal bir farklılığa neden olabilir.<sup>31</sup> Bu nedenlerle çalışmamızda, 0.1  $\mu$ m (0.0001 mm) doğruluk sağlayan ve birçok ölçüm yöntemlerine göre hassasiyet seviyelerinin daha iyi olduğu kabul edilen SEM kullanıldı.<sup>32</sup>

Cunnigham ve ark.<sup>8</sup> Maillefer, Lexicon, Maxima, Diadent ve K3 marka 0.04 açılı ve 30 Numaralı GP konilerindeki değişkenleri ölçüm mikroskobundan faydalanarak inceledikleri araştırmalarında her gruptan 15'er örnek kullanmışlar ve elde ettiğimiz bulgularla uyumlu olarak; ölçülen koniklik ve çap farklarının nd'lere uymayarak, ayrı ayrı incelenen markalar arasında yüksek varyasyonların mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Kim ve ark.<sup>17</sup> yaptıkları çalışmada, 25.04 ve 25.06 boyutunda ProFile, RaCe ve TF markalı eğeleri değerlendirilmişler ve çalışmamızın bulgularına benzer olarak eğelerin gerçek boyutlarının üreticinin belirttiği nd'den farklı olduğu sonucunu bulmuşlardır.

Chesler ve ark. SEM kullanarak yaptıkları araştırmalarında 30.04 ebatındaki K3 ve EndoSequence eğeleri ile değişken boyutlu ProTaper markasının F3 kanal eğesini ve bu eğelere karşılık gelen GP konilerini incelemişlerdir. Çalışmamıza benzer olarak, ege ile GP boyutları arasında değişkenliklerin bulunduğunu ve üretici içi çapların ve konikliklerin birbirinden farklı olduğunu belirtmişlerdir.<sup>33</sup>

Haupt ve ark.<sup>30</sup> çalışmalarında tek eğeli sistemlerin ve bu eğelere karşılık gelen GP'ların koniklik ve çaplarında varyasyonların beklenebileceğini bildirmişlerdir. Reciproc sistemi için, eğeler ve karşılık gelen GP'ları arasında önemli farklılıklar olduğunu ve eğelerde daha küçük çap ebatları ve koniklik açıları gösterdiğini ölçmüşlerdir. Aksine, çalışmamızda Reciproc Blue için tüm boyutlarda çap ve koniklik açısından eğelerin GP'lardan büyük olduğu sonucuna vardık. Bu farkın üretim ve geliştirme aşamalarından ve ölçüm yöntemindeki hassasiyet seviyelerindeki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Mirmohammadi ve ark.<sup>31</sup> lazer tarama mikrometre kullandıkları çalışmalarında GP konilerinin çapının bütün düzeylerde eğelerden büyük olduğunu, üretici içi GP çaplarının karşılık gelen eğelere uymadığını bulmuşlardır. Çalışmamızda koniklik ve çap uyumu olarak T-Endo Must eğelerinin ve karşılık gelen

GP'ların daha büyük veya küçük olduğunu, Reciproc Blue için eğelerin GP'lardan daha büyük olduğunu bulduk. Çalışmalarında değerlendirdikleri örneklerin yalnızca 40 numaralı boyutta olması, tek bir noktada ölçüm yapmaları ve markaların üretim süreçlerinde olan varyasyonlar nedeniyle farklı sonuçların bulunduğu düşünülmektedir.

Spesifikasyonlara göre, nominal çaplar D0, D3 ve D16'da ölçülür.<sup>14-16</sup> D0 seviyesi, kanal eğesinin veya GP'nın üreticiler tarafından belirtilen en uç noktadaki konikliklerdir. Örneğin, T-Endo Must 25.06 eğesi için; 25 değeri en uç noktanın 0.25 mm değerinde olduğunu belirtir.

Chesler ve ark.<sup>33</sup> çalışmalarında, D0'da güvenli ölçümler yapılamadığından dolayı örneklerin çap değerlerini D1 noktasında yani eğe ucunun 1 mm daha ilerisinden ölçtüklerini ve benzer şekilde Haupt ve ark.<sup>30</sup> da yaptıkları çalışmalarında ölçümlerini D0 yerine D1'de gerçekleştirildiklerini belirtmişlerdir. Koniklik değeri, D3 ve D16'daki çaplar kullanılarak şöyle belirlenmiştir: koniklik = (D16 ve D3'te Ölçülen çapın farkı) / (D16 ve D3 arasındaki uzaklık).<sup>8</sup> Çalışmamızda da ölçüme D0 yerine D1 den başlayarak bu çalışmalardan farklı olarak D16 ya kadar tüm seviyelerde çap ölçümü ve koniklik hesaplaması yapıldı.

Keith ve ark.<sup>34</sup> değişken koniklikteki üç endodontik sistemin GP ana konilerinin ve bitirme eğelerinin apikal üçte birindeki çap ve konikliğin aynı üretici ve farklı üreticiler arası değişkenliği değerlendirdikleri çalışmalarında çalışmamıza benzer olarak eğeler ve karşılık gelen GP koniler arasında boyut farklılıkları olduğu sonucunu bulmuşlardır. Bir başka çalışmada Eskibağlar ve ark.<sup>25</sup> değişken konikliğe sahip farklı eğe sistemleriyle GP konilerinin uyumunun değerlendirildiği çalışmalarında çalışmamıza uyumlu olarak eğe sistemlerin eşleşen GP konilerine kıyasla büyük ölçüde uyumsuz olduğu sonucunu bulmuşlardır.

Araştırmamızda, 15 örnek ile her iki sistemin tüm boyutlarında eğelerin ve GP'ların çap ve koniklik değerlerini inceledik. Yaptığımız literatür incelemesinde, bu iki sistemin çap ve koniklik değerlerini karşılaştıran araştırmaya rastlanmadı. Çalışmamızın limitasyonları arasında, numunelerin SEM yerine lazer ile değerlendirme yapılmaması ve standart dışı kalan eğe ve gütta-perkaların değerlendirmesinde kullanılacak bir standartın olmayışı yer almaktadır. Aynı zamanda, GP'lar için çevresel faktörlerin etkisinde çalışmamızın limitasyonları arasında bulunmaktadır.

Deneyimli endodontistler, ana kon seçiminde karşılaşılan boyutsal farklılıklarla başa çıkmakta genellikle zorlanmazken, bu tür uyumsuzluklar, özellikle deneyimsiz klinisyenler için hem zaman kaybına hem de uygulama zorluklarına neden olabilir. Uyumsuz ana konlar, obtürasyonun yetersiz ya da aşırı olmasına yol açarak uzun vadede başarısızlık riskini artırabilir. Böyle durumlarda, klinisyenler çoğu zaman gutta-perka konlarının uçlarını GP ölçme aleti yardımıyla kesmelerini veya farklı boyutlarda konları tercih etmeleri gerekebilir.

GP konilerinde tespit edilen çap değişkenliği GP'nın yüksek plastisitesinden kaynaklanabileceği gibi paketleme ve üretim sırasındaki mekanik deformasyonlar da meydana gelebilir. Ayrıca, aşırı sıcaklık sebebiyle depolama ve nakliye sırasında, genleşme ve/veya büzülme oluşabilir. GP'lar nakliyede, depoda ve kliniklerde üretici firmanın belirttiği sıcaklıklarda muhafaza edilmelidir. Sıcaklık gibi çevresel faktörlerin GP'larda meydana getirebileceği değişiklikler hakkında araştırma yapılması gerekmektedir.

İki farklı döner eğe sistemi için eğe ve GP koniler arasında D1'den D16'ya kadar çap ve koniklik farkının olduğu ISO ve ADA standartlarına uyumun test edilen eğe ve GP sistemlerinde karşılanmadığı ve hatta aynı üretici içinde dahi farklılıkların olduğu tespit edilerek H0 hipotezimiz reddedilmiştir (p <0.05).

## SONUÇ

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre, eğelerde ve GP'larda boyutsal değişkenliğe rastlanabileceği görülmektedir. Üreticilerin belirttiği değerlere göre bile eğeler ve GP'lar arasında uyum olmadığı tespit edildi. Hem T-Endo Must hemde Reciproc Blue sistemlerinde çap ve koniklik bakımında uyumsuzluklar olduğu görüldü. Yeterli tecrübeye sahip olmayan bir klinisyen için uyumlu olmayan eğe ve GP endodontik tedavi sürecinde zorluklar oluşturabilir ve bu durum zaman alıcı olabilir. Klinisyenlerin, kök kanal anatomisine bağlı kalarak üreticinin önerdiği ebatlara göre değil, her vakaya özgü preparasyon sonucuna göre ana GP konisi seçmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey JKG. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature—Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J.* 2008;41:6-31.
2. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *J Endod.* 2006;32:281-90.
3. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1997;30:297-306.
4. Nair P. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J.* 2006;39:249-81.
5. Godiny M, Hatam R, Khavid A, Khanlari S. Apical microleakage in root canals containing broken rotary instruments. *Iranian Endod J.* 2017;12:360.
6. Mozayani MA, Dianat O, Tahvildari S, Mozayani M, Paymanpour P. Subcutaneous reaction of rat tissues to nanosilver coated gutta-percha. *Iranian Endod J.* 2017;12:157.
7. Wu M, Van Der Sluis L, Wesselink P. A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int Endodon J.* 2002;35:527-35.
8. Cunningham KP, Walker MP, Kulild JC, Lask JT. Variability of the diameter and taper of size# 30, 0.04 gutta-percha cones. *J Endod.* 2006;32:1081-4.
9. Desai S, Chandler N. Calcium hydroxide-based root canal sealers: a review. *J Endod.* 2009;35:475-80.
10. Gpv S, Ghosh M, Chatterjee R, Gajpal A, Mustafa M, Almokhatieb AA. Field Emission Scanning Electron Microscope Analysis of the Marginal Adaptation of Various Root Canal Sealers at the Dentin-

Sealer and Sealer-Guttapercha Interfaces at Three Root Canal Levels: An *In Vitro* Study. *Cureus*. 2024;16:e66156.

11. oncudental.com [Internet]. Istanbul: Öncü Dental; c2021 [cited 2021 June 15]. Available from: <https://www.oncudental.com/products/file/56jtad.pdf>

12. Reciproc Blue [Internet]. Munich: VDW Dental; c2025 [cited 2025 May 21]. Available from: <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/reciproc-blue>

13. Yared G. Reciproc blue: the new generation of reciprocation. *Giornale Italiano di Endodonzia*. 2017;31:96-101.

14. International Organization for Standardization. Dentistry—Endodontic instruments. ISO 3630-1:2019 International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland; 2019.

15. American Dental Association Standards. Technical Specifications, and Technical Reports. ANSI/ADA Standard No. 78-Dental Obturating Cones. American Dental Association, Chicago USA; 2006.

16. New American Dental Association Specification no. 28 for endodontic files and reamers. Council on Dental Materials and Devices. *J Am Dent Assoc*. 1976;93 (4):813-7.

17. Kim KW, Cho KM, Park SH, Choi KY, Karabucak B, Kim JW. A comparison of dimensional standard of several nickel-titanium rotary files. *Restorative Dent & Endod*. 2014;39:7-11.

18. Salles AA, Cord CB, Sonnemann TS, de Melo TAF, Irala LED, de Oliveira EPM. Comparative analysis of the diameter of MTwo® system gutta-percha points in relation to their corresponding instruments. *RSBO [Internet]* 2013;10:49-55.

19. Versiani MA, Martins J, Ordinola-Zapata R. Anatomical complexities affecting root canal preparation: a narrative review. *Aust Dent J*. 2023;68 Suppl 1:S5-S23.

20. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H. Comparison of single cone obturation performance of different novel nickel-titanium rotary systems. *Acta Odontol Scand*. 2014;72:537-542.

21. Schäfer E, Schrenker C, Zupanc J, Bürklein S. Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems, Single-Cone and Lateral Compaction Technique. *J Endod*. 2016;42:294-298.

22. Schäfer E, Schrenker C, Zupanc J, Bürklein S. Percentage of gutta-percha-filled areas in canals instrumented with nickel-titanium systems and obturated with matching single cones and GuttaFlow. *Clin Oral Investig*. 2012;16:653-660.

23. Mustafa M, Almuhaiza M, Alamri HM, *et al*. Evaluation of the causes of failure of root canal treatment among patients in the City of Al-Kharj, Saudi Arabia. *Niger J Clin Pract*. 2021;24:621-628.

24. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. 1967. *J Endod*. 2006;32:281-90.

25. Eskibağlar M, Yeniçeri Özata M, Ocak MS, Öztekin F. Evaluation of compatibility of file and gutta-percha cones in three different endodontic systems using scanning electron microscopy. *Turk Endod J* 2023;8:15-19.

26. Feitosa MESD, Rosa GMR, Luna-Cruz SM, Pinheiro-Júnior EC, Vivacqua-Gomes N, Vasconcelos BC. Compatibility between variable taper mechanized instruments and corresponding gutta-percha cones: photomicrograph analysis. *Braz Dent Sci*. 2024;27:e4270.

27. Chybowski EA, Glickman GN, Patel Y, Fleury A, Solomon E, He J. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod*. 2018 Jun;44:941-945. Epub 2018 Mar 29. Erratum in: *J Endod*. 2018 Jul;44:1199.

28. Olivieri JG, Encinas M, Nathani T, Miró Q, Duran-Sindreu F. Outcome of root canal retreatment filled with gutta-percha techniques: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2024;142:104809.

29. Bernstein SD, Horowitz AJ, Man M, *et al*. Outcomes of endodontic therapy in general practice: a study by the Practitioners Engaged in Applied Research and Learning Network. *J Am Dent Assoc*. 2012;143:478-487.

30. Haupt F, Seidel M, Rizk M, Sydow H-G, Wiegand A, Rödiger T. Diameter and taper variability of single-file instrumentation systems and their corresponding gutta-percha cones. *J Endod*. 2018;44:1436-41.

31. Mirmohammadi H, Sitarz M, Shemesh H. Intra-manufacture Diameter Variability of Rotary Files and Their Corresponding

Gutta-Percha Cones Using Laser Scan Micrometre. *Iran Endod J*. 2018;13:159-62.

32. Polat H. Lazer ve Çizgisel Ccd Algılayıcı Tabanlı Optik Çap Ölçüm Sisteminin Geliştirilmesi, *Politeknik Dergisi*, 2014;17: 91-98,

33. Chesler MB, Tordik PA, Imamura GM, Goodell GG. Intramanufacturer diameter and taper variability of rotary instruments and their corresponding gutta-percha cones. *J Endod*. 2013;39:538-41.

34. Keith AM, Hinman SE, Dickens NE, Kim JJ, Scott RV, Osborne NH. Standardization of Variable Taper Files and Corresponding Gutta-Percha Cones Amongst Manufacturers. *J Endod*. 2024;50:1766-1771.

## Investigation of files and gutta-percha cones of reciproc blue and t-endo must systems with scanning electron microscopy: an *in vitro* study

### ABSTRACT

**OBJECTIVES:** With the realization of the advantages of the superelastic properties of nickel-titanium alloys, motor-driven rotary files were produced from these alloys, and gutta-percha (GP) cones with a taper suitable for these files were introduced to the market. The aim of this study was to determine the compatibility of the diameter and conicity of reciprocating files and their corresponding GP cones.

**MATERIALS AND METHODS:** The compatibility of the diameter and taper values of the T-Endo Must (Dentac) and Reciproc Blue (VDW) files and the matching GPs in all sizes were evaluated for compliance with the nominal values specified by the manufacturer and the ISO and ADA standards. A total of 90 files (15 of each size) and 90 GPs were used in this study. Scanning electron microscopy measurements of the files and GPs were performed by the same operator at 35X magnification. Differences between two independent groups were evaluated using an independent sample t-test with a significance level of 0.05.

**RESULTS:** For diameter and taper values, T-endo Must files did not match the corresponding GP cones, and for the Reciproc Blue system, files of all sizes were mostly larger than the GPs ( $p < 0.05$ ). The taper values of the T-Endo Must files and GPs were mostly within the tolerance levels, whereas the diameter values were outside the tolerance ranges.

**CONCLUSIONS:** Compliance with the ISO and ADA standards was not met in the files and GP systems tested, and there were differences even within the same manufacturer. Both Reciproc Blue and T-Endo Must files and the corresponding GP cones were incompatible in terms of diameter and taper.

**KEYWORDS:** Dental Equipment; Scanning electron microscope; Standardization