

Farklı kanal şekillendirme sistemlerinin kök dentin kırılma dayanımı üzerine etkileri

Effects of different canal shaping systems on root dentin fracture strength

Doç. Dr. Recai Zan

Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti A.D., Sivas

Orcid ID: 0000-0002-2781-355X

Uzm. Dr. Dt. Eda Gürsu

Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti A.D., Sivas

Orcid ID: 0000-0001-9226-3454

Geliş tarihi: 16 Aralık 2021

Kabul tarihi: 4 Nisan 2022

doi: 10.5505/yeditepe.2022.61482

Yazışma adresi:

Recai Zan

Endodonti Anabilim Dalı

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği
Fakültesi, 58140 Sivas, Türkiye

Tel: +90 346 2191010 / 2764

Fax: +90 346 2191237

E-posta: drrecaizan@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, kök kanal şekillendirilmesi sırasında kullanılan ProTaper Next, WaveOne Gold ve One Shape New Generation döner alet sistemlerinin kök dentin kırılma direnci üzerindeki etkilerini incelemektir. Seksen adet çekilmiş insan alt premolar dişi rastgele 4 gruba ayrıldı (n=20). Kök kanalları el aletleri, OSNG, PTN ve WOG rotary sistemleri ile enstrüman-te edildi. Elements Free Obtürasyon sistemi ile doldurulan kök kanallarına üniversal test cihazı ile 1 mm/dk kuvvet uygulandı. Kırık oluşumuna uygulanan maksimum kuvvet Newton cin-sinden ayrı ayrı kaydedilmiştir. WOG ile OSNG grupları arasın-da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (P>.05). PTN grubu, OSNG ve WOG gruplarıyla karşılaştırıldığında is-tatistiksel olarak daha düşük kök dentin kırılma direnci değ-erleri gösterdi (P<.05). Kök dentin direnci ile ilgili olarak, WOG sistemi kök kanal tedavileri sırasında kök dentin kırılma direnci açısından daha güvenli bir sistem olarak tercih edilebilir.

Anahtar kelimeler: Kırılma Direnci, Döner eğe sistemleri, Ele-ments Free Obtürasyon Sistemi

SUMMARY

The aim of this study was to examine the effects of ProTaper Next, WaveOne Gold, and One Shape New Generation rotary instrument systems used on root dentin fracture resistance during root canal preparation. Eighty extracted human lower premolar teeth were randomly divided into 4 groups (n=20). The root canals were instrumented with hand instruments, OSNG, PTN and WOG rotary systems. The root canals that were filled with Elements Free Obturation System were subje-cted to force (1 mm/min) with a universal tester. The maximum force applied to fracture formation was recorded in Newtons separately. There was no statistically significant difference between the WOG and the OSNG groups (P>.05). The PTN group showed statistically lower root dentin fracture resistan-ce values comparing the OSNG and the WOG groups (P<.05). Regarding the root dentin resistance, the WOG system may be preferred as safer system in terms of root dentin fracture resistance during root canal treatments.

Conclusion: For the diagnosis and treatment of TMDs, pa-tients are referred to the clinic for, mostly by orthodontists and otolaryngologists.

Keywords: Fracture Resistance, Rotary file systems, Elements Free Obturation System

GİRİŞ

Endodontik tedavi basamaklarında en önemli adımlardan biri kemo-mekanik şekillendirme işlemi olup bu işlem sonraki ya-pılacak tüm tedavi prosedürlerin etkinliğinde büyük rol oyna-maktadır.¹ Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında dentin hasarının oluşmasında birçok faktör rol oynamaktadır.² Kök

kanal şekillendirme sistemleri, kök kanallarında mikro-çatlaklar ve çeşitli seviyelerde kök kırıklarının oluşmasına neden olabilecek kanat tasarımı, uç konfigürasyonu ve şekillendirme hareketleri gibi farklı özelliklere sahiptir.^{2,3} Son zamanlarda, az sayıda aletle kök kanal duvarlarında hasara yol açmayacak, kalan kök kanalının dişin endodontik tedavi sonrası daha uzun süre kullanabilmesine olanak sağlayan bir şekillendirme sağlamak amacıyla yeni tek eğeli döner alet sistemleri üretilmiştir.⁴ Bu amaçla üretilen sistemler arasında günümüzde kullanım sıklığı ve güncelliği ile daha popüler hale gelen One Shape New Generation (MicroMega, Besancon, Fransa) ve WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) sistemleri kullanarak kök kanallarının şekillendirilmesini takiben kök dentin kırılma direncinin değerlendirilmesi ile ilgili literatürde sınırlı çalışma bulunmaktadır.⁵ Bunların yanısıra diğer bir yaygın kullanılan Nikel Titanyum Döner Eğe sistemlerinden biri olan ProTaper Next'in (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) dentin üzerindeki etkileri ile ilgili yapılmış önemli çalışmalardan birinde ProTaper Next (PTN) döner eğe sisteminin vertikal kök kırığı üzerindeki etkisi vurgulanmış ve konunun önemine dikkat çekilmiştir.⁵ Üretilen NiTi sistemlerin şekillendirme esnasında kök dentin dayanımını azaltma riski endodontik tedavi sonrasında tedavi gören dişin oklüzal kuvvetlere karşı direncini azaltabilmekte ve bunun sonucunda istenmeyen kök kırıklarıyla karşılaşılabilenmektedir. Bu bağlamda şekillendirme esnasında minimal invaziv yaklaşımlar kök kanallarında kök dentininde daha az mikro çatlaklar ve kök kırıkları gibi komplikasyonların önüne geçilmesinde önemli bir etken olacaktır. Bu bilgiler ışığında çalışmamızın amacı, farklı kök kanal şekillendirme sistemlerinin endodontik tedavi görmüş diş köklerinin kırılma dirençleri üzerindeki etkilerinin araştırılarak karşılaştırılmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Örneklerin Seçimi ve Hazırlaması

40-50 yaş arası hastalardan periodontal ve ortodontik nedenlerle yakın zamanda çekilmiş 80 adet tek köklü insan mandibular premolar dişi seçilmiştir. Mandibular premolar dişler çalışma süresince distile suda bekletildi. İşlemlerden önce dişler mikroskop altında çatlak, kök rezorpsiyonu ve kırık tespiti açısından incelendi. Dişlerin mezio-bukkal ve bukkal-lingual açılardan alınan periapikal radyografiler ile tek kök ve tek kanal olup olmadıkları tespit edildi. Dişler Schneider yöntemi ile incelenmiş ve köklerin eğriliği 10°-20° arasında değişmiştir.⁶ Dişlerdeki sert ve yumuşak doku artıkları temizlendi ve dişlerin çalışma boyları 14±1 mm olarak standardize edildi. Kanala yerleştirilen 10 K-file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) tipi eğe apikal foramende görünene kadar ilerletildi ve çalışma boyu (ÇB) bu ölçümden 1 mm daha kısa olarak belirlendi.

Kök Kanal Enstrümantasyonu

Kontrol Grubu

Kök kanallarının şekillendirilmesi K ve H tipi eğeler ile step-back tekniği uygulanarak apikal şekillendirme 25 numaralı kanal eğesi ile bitirildi. Apikalden koronale doğru 1'er mm kısa çalışılarak 40 numaralı eğeye kadar şekillendirme yapıldı. Kanalların koronal kısımları ise sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 numaralı Gates glidden frezler kullanılarak (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) genişletilerek kök kanal preparasyonu tamamlandı.

WOG Grubu

Kök kanal hazırlığı, WOG tek eğe Ni-Ti döner alet sistemi içerisinde resiprokal hareket modunda kullanılan bir endodontik motor (X-Smart Plus, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile üreticinin tavsiyesine göre yapıldı. Kanallar # .07 konik # 25 eğe ile ÇB'de genişletilerek şekillendirildi.

PTG Grubu

Üretici firmanın önerisine göre PTG Ni-Ti döner eğe sistemi ile kök kanal şekillendirmesi yapıldı. Enstrümanlar SX (Çalışma uzunluğunun 1/2'si), S1 (boyut 17, .02 koniklik; ÇB'nin 2/3'ü), S2 (boyut 20, .04 koniklik; ÇB'nin 2/3'ü), F1 (boyut 20, .07 koniklik; tam ÇB'de), F2 (boyut 25, .08 koniklik; tam ÇB'de) şeklinde uygulandı. Tüm PTG aletleri 300 rpm hız, SX ve S1 aletleri için 3 Ncm, F1 aletleri için 1.5 Ncm ve F2 aletleri için 2 Ncm torkla kullanıldı.

OSNG Group

OSNG (Micro-Mega) eğesi (boyut 25, .06 koniklik) üretici firmanın tavsiyesine göre tork kontrollü bir endodontik motorla (X-Smart, Dentsply Maillefer) kullanıldı. Eğe ile ÇB'de 2 Ncm tork ve 400 rpm ile giriş-çıkış hareketleri ve minimum basınç kullanılarak çalışıldı. Tüm gruplarda kök kanal şekillendirilmesi esnasında her bir kök kanalı 29 gauge yandan delikli NaviTip iğne (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) kullanılarak toplam 10 ml %5,25 NaOCl solüsyonu ile irrigate edildi.

Kök Kanallarının Doldurulması

Şekillendirme ve irrigasyon işlemleri tamamlandıktan sonra kök kanalları kağıt koniler ile kurutuldu. Apikal 1/3 kısmın dolgusu AH Plus'a (Dentsply Caulk, Milford, DE, ABD) bulanarak kanala apikal daralım noktasında sonlanan çalışma uzunluğunca yerleştirilen ve çalışma gruplarının şekillendirme işlemlerindeki bitim eğelerinin uç çaplarıyla uyumlu 04 koniklikteki 30 numaralı ana kon kullanılarak tamamlandı. Daha sonra ana konun orta ve koronal kısımlara denk gelen bölümü uygun bir plugger yardımı ile kanaldan uzaklaştırıldı. Tepici pluggerlar yardımı ile yapılan kondenzasyon sonrası kanalın geri kalan orta ve koronal uçlu kısımlarının dolgusu Elements Free obtürasyon siste-

mi (SybronEndo/Kerr Endodontics, Orange, CA, USA) kullanılarak tamamlandı. Periodontal ligamentin (PDL) taklit edilmesi amacıyla kökün çevresi apikal 5 mm'lik kısmı 0,3 mm'lik mum ile kaplandı. Köklerin 8 mm koronal bölümleri, akrilik reçineyi dışarıda bırakarak soğuk akrilik ile doldurulmuş plastik halkalara dikey olarak gömüldü. Reçinenin polimerizasyonundan sonra, kökler akrilik reçineden çıkarıldı. Kök yüzeyi ve akrilik reçine üzerindeki mum, sıcak su ile temizlendi. Akrilik reçineden oluşturulan kök yüzeyi ile soket arasında oluşan boşluğa polisiloksan elastomerik ölçüm malzemesi (Bonasil Light, Yunanistan) yerleştirildi. Daha sonra kökler tekrar yuvaya yerleştirildi. Ölçüm materyalinin polimerizasyonu tamamlandıktan sonra taşan materyal bir lanset yardımıyla uzaklaştırıldı. Böylece taklit periodontal bağ elde edildi.²

Mekanik Test

Kanalları dolduran örnekler evrensel bir test cihazına (LF Plus, LLOYD, Enstrüman, Ametek Inc, İngiltere) yerleştirildi. Makinenin hızı 1 mm/dk olarak ayarlanmıştır. Örneklerin mezo-distal ve bukko-lingual boyutları ölçüldü ve alan değerleri bilgisayar sistemine girildi. Numuneler, standartlarda belirtildiği gibi, 5 mm'lik küresel uçtan kırılıncaya kadar 50 +/- 16 N/dk'lik bir yüke maruz bırakıldı. Kırılma momenti, test makinesi ekranında gözlenen ani bir kuvvet düşüşü meydana geldiğinde belirlendi. Her numuneyi kırmak için gereken maksimum kuvvet Newton cinsinden kaydedildi.

İstatistiksel Analiz

Bu çalışmadan elde edilen veriler SPSS (data: 22.0) programına yüklenmiş ve verilerin dağılımlarının normalliği Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Veri dağılımları normal olduğunda parametrik testler uygulandı. Grupların karşılaştırılmasında post hoc Tukey testi ile tek yönlü varyans analizi kullanıldı ve hata düzeyi 0.05 olarak belirlendi.

BULGULAR

Grupların ortalama kırılma değerleri ve standart sapmaları ile minimum ve maksimum değerleri Tablo 1'de verildi.

Tablo 1. Grupların ortalama kırılma değerleri ve standart sapmaları ile minimum ve maksimum değerleri.

| Gruplar | Ortalama | Standart Sapma | Minimum Değer | Maksimum Değer |
|--------------------------|---------------------|----------------|---------------|----------------|
| Kontrol Grubu | 909.14 | 117.37 | 768.80 | 1164.20 |
| WaveOne Gold | ^b 764.72 | 92.90 | 620.00 | 980.50 |
| ProTaper Next | ^a 538.71 | 168.58 | 323.50 | 875.50 |
| One Shape New Generation | ^b 673.60 | 166.78 | 456.30 | 950.60 |

Aynı sütundaki farklı üst simgeler istatistiksel olarak anlamlı bir farkı gösterirken (P < .05), aynı üst simgeler istatistiksel olarak anlamlı bir farkı olmadığını göstermektedir (P > .05).

Kontrol grubu diğer gruplara göre istatistiksel olarak en yüksek kök dentin kırılma dayanımı değerlerini (P<.05) gösterdi. WOG ve OSNG döner aletlerinin kök dentin kırılma direnci üzerindeki etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı (P>.05). PTN grubu, diğer sistemlere kıyasla istatistiksel olarak en düşük kök dentin kırılma direnci değerlerini gösterdi (P<.05).

TARTIŞMA

Kanal tedavisinin kırık direnci üzerindeki olumsuz etkilerini araştıran birçok çalışma bulunmaktadır. Giriş kavitesi endodontik tedavinin ilk aşaması olup dişin yapısal bütünlüğünü olumsuz etkiler.⁶ Kök kanal şekillendirilmesi diş yapısında ek bir madde kaybına neden olur. Şekillendirme, kök kanal tedavisinin en önemli adımlarından biri olmakla birlikte kök direncinde azalmaya yol açar.⁷ Çalışmamızda son zamanlarda farklı firmalar tarafından üretilen tek ege sistemlerinden OSNG ve WOG sistemleri incelendi. Kullanılan tüm NiTi ege sistemlerinin kök dentin kırılma direnci üzerinde etkilerinin olduğu görüldü.

Bu sistemlerin kök dentinin kırılma direnci üzerindeki etkileri, el eğeleri ve ProTaper döner sistem ile karşılaştırılmıştır. Döner sistemin yaygınlaşması ile dikey kök kırıklarında artış bildirilmiş⁸ ve bunun enstrüman sistemlerinin tasarımına bağlı olarak temas gerilimlerinde ki farklılıklardan kaynaklanabileceği gösterilmiştir.⁹ Bu sistemlerin kök dentininin kırılma direnci üzerindeki etkileri, el eğeleri ve ProTaper döner sistemi ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, çalışmada kullanılan döner sistemin dikey kök kırıklarında artışa neden olduğu bildirilmiştir⁸; bu durumun enstrüman sistemlerinin tasarımına bağlı olarak temas gerilimle- rindeki farklılıklara bağlı olabileceği bildirilmiştir.⁹ Şekillendirme sırasında kanalda yüksek stres konsantrasyonu oluşur ve bunun sonucunda iç dentin bölgelerinde kanal daha fazla sapar ve sonuç olarak daha ince bir hal alır. İncelen dentin yapısı nedeniyle kök kanalı boyunca dentin defektleri oluşumu apikal kırık riskinin artmasına neden olur.^{10,11} Zamin ve ark.¹² en yüksek konik eğelerle (#70/12) hazırlanan köklerin kırılmaya daha yatkın olduğunu ve kırılma direncinin servikal preparasyon uygulanmayan köklerden istatistiksel olarak daha yüksek olup servikal preparasyon içermeyen örneklerin daha üstün değerlere sahip bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Kim ve ark.¹³ Ni-Ti döner aletlerin tasarımı ile dikey kök kırığı insidansı arasında potansiyel bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ni-Ti alet tasarımı, şekillendirme sırasında kök dentinine uygulanan kuvveti değiştirir; hazırlık sırasında uygulanan kuvvetler kök gerilimi ve stresinin artmasına neden olarak kök kırığı oluşma olasılığını artırır.¹³ Bir başka çalışmada da döner aletler kullanılarak yapılan preparasyonlarda el eğelerine göre daha fazla dentin defekti olduğu belirtilmiş; bunun nedeni, döner alet sistemindeki dönüşün önemli ölçüde aşırı döndürülmesi ve eğelerin tasarımındaki farklılıklar-

dan kaynaklandığı ortaya konmuştur.¹¹ Döner aletlerin kesme etkinliği (öncelikle kesitsel tasarım), debris çıkarma kapasitesi ve sarmalın eğim açıları, yüzey aktif maddelerin ve aparatların metalurjik özelliklerine bağlıdır.^{14,15} Literatürdeki diğer çalışmalara göre en yüksek kök dentin dayanıklılığı, bu çalışma ile uyumlu olarak el aletlerinin kullanıldığı kontrol grubunda bulunmuştur. Dentin defekti açısından incelenen aletler, yüzey tasarımlarındaki farklılıklardan kaynaklanabilecek farklı oranlarda dentin hasarına neden olabilir.¹⁶ Kim et al.¹⁷ ProTaper, ProFile ve LightSpeed Ni-Ti döner sistemler arasındaki olası ilişkiyi dikey kök kırığı oluşumu açısından araştırmışlar ve ProTaper'ın kök dentininde yüksek stres birikimine ve kök yüzeyinde daha fazla stres bileşenine neden olduğunu göstermişlerdir. Bu tasarıma sahip aletlerin kök kanal dentin hasarı ve kanal oluşumu ile birlikte defleksiyonda da artışa neden olduğu gerçeğine dayanan bu sonuç, apikal stres konsantrasyonunun dentin kırılma direnci üzerine etkilerini kanıtlar niteliktedir. Kansal ve ark.¹⁸ WaveOne eğesinin kontrol grubu olduğu bir çalışmada, bu sistem ile tek F2 ProTaper eğesine sahip ProTaper gruplarının kıyaslandığı çalışmada resiprokal hareket ve sürekli rotasyon hareketinin sırasıyla %0, %15, %26, %53 oranında dentin çatlaklarına neden olduğunu bulmuşlardır. Belirtilen çalışmanın sonuçları, kök kanal tedavisi sırasında resiprokasyona tabi tutulan sistemlerin daha yüksek kırılma direnci sağladığını göstermiştir. Bier ve ark.¹¹ S-apiks döner aletler dışında birkaç döner sistemle yapılan preparasyonda belirgin bir dentin hasarı (mikro çatlaklar şeklinde) gözlemlenmiş ve el eğeleri ile herhangi bir hasar göstermemiştir. Çalışmamızda en az kök dentin direnci ProTaper grubunda, en yüksek direnç ise el egesi grubunda görülmüştür. Kök kanal şekillendirme sırasında aşırı eğeleme kanal duvarlarında hasar artışına neden olduğunu ve bunun sonucunda meydana gelen dentin defektlerinin dişin kırılma direncini azalttığını düşünmekteyiz.² Sadece bir aletle kanal hazırlığını bitiren tek Ni-Ti pistonlu sistemlerin alet üzerinde daha az stres ürettiği görülmüş ve araştırmacılar bu durumun resiprokal harekette gerçekleşen kesim aktivasyonunun saat yönünün tersine olmasına ve o esnada aletin saat yönünde serbest kalmasına bağlamış ve bunun da çoklu Ni-Ti sistemlerinden daha az zaman gerektirdiğini savunmuşlardır.¹⁶ Bu tip hareketlerin egeinin kök kanallarında baskı ve gerginliğe neden olma riskini azalttığı düşünülmüştür.^{19,20} Berruti'ye göre çoklu ege yerine tek eğeli sistemlerin kullanılması sırasında, kök duvarından daha az dentini uzaklaştırdığı için rotasyon hareketinden ziyade resiprokal hareket tercih edilebilir.²¹ WaveOne ve One Shape sistemlerinde kanal şekillendirme için tek ege tekniği kullanılmaktadır. Bu sistemlerde çok eğeli döner sistemden farklı olarak tek bir şekillendirici ege ile kök kanal şekillendirilmesinin tamamlanması dentin oluşum hasarının daha az olmasını açıklayabilir. Çalışmamızda OSNG ve WOG tek

ege sistemleri kullanılmıştır. Çalışmamızda çoklu ege sistemli ProTaper döner alet grubundaki örneklerin dentin direnci tek ege sistemine kıyasla daha düşük olmasının nedeninin daha fazla dentin uzaklaştırılması ve bunun bir sonucu olarak kök dentini üzerinde meydana gelebilen dentin defektleri olabileceğini düşünmekteyiz. ProTaper ve WaveOne, düşük kesme verimliliğine ve küçük döküntü boşluklarına neden olan üçgen veya modifiye edilmiş üçgen kesitlere sahiptir. OSNG eğeleri, kesici kenar boyunca üç farklı kesit tasarımı gösterir. Farklı açılarda döner aletler kullanılarak kanal genişlikleri farklı açılarda elde edilebilse de hazırlık sırasında fazla miktarda maddenin çıkarılması diş yapısında zayıflığa ve kök kırığı tabanının hazırlanmasına neden olur.²² Çalışmamızda kullanılan eğelerin, eğeler arasındaki kesitsel tasarım özellikleri ve konik derecelerdeki farklılıklar nedeniyle farklı miktarlarda dentin hasarına ve farklı dayanıklılık değerlerine neden olduğu düşünülebilir. Bir in-vitro çalışmada, konik olmayan kanal aletlerinin kök kanal duvarlarına zarar vermediği görülmüş,¹¹ döner aletlerin el eğelerine kıyasla daha fazla dentin hasarına neden olduğu bildirilmiştir.²³ Fazla dentinin uzaklaştırılması ile kök kırığı oluşumu arasında doğrudan bir ilişki vardır,^{5,25} bu nedenle yüksek konik aletlerde kök kırığı riski daha fazladır.^{11,24} Çalışmamızda, el egesi grubundaki tüm enstrümanlar .02 koniklik değerine sahip iken; diğer gruplarda kök kanallarının apikal kısımlarını şekillendirmek için kullanılan aletler şu şekildedeydi: PTG F1, F2 .07 ve .08 koniklik; WOG, .07 koniklik; OSNG, .06 koniklik. ProTaper eğeleri ile artırılmış koniklik özelliği aktif bir kesme açısı ile koronal bölgeden çok daha fazla dentinin çıkarılmasına neden olur.²⁵ Şekillendirilen bir kanalın çapı, dikey kök kırığı için potansiyel faktörlerden biridir. Aşırı koniklik, aşırı dentin çıkarılmasına ve kök zayıflığına neden olabilir. Çalışmamızda da düşük kök dentin direncinin elde edildiği PTG rotary sistemin kırılma direnci değerlerinin artmasının nedenlerinden birinin koniklik olduğu düşünülmüştür. Aynı zamanda, OSNG grubunun rotasyon hareketi ile şekillendiğini ve WOG grubunun resiprokasyon hareketi ile uygulandığını düşündüğümüzde, WOG ile hazırlanan grupta dişler daha yüksek dayanıklılık değerleri göstermiş olsa da, OSNG ve WOG grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bunun nedeni, WOG'nin .07 koniklik ve OSNG'nin .06 koniklik açısının olması olabilir. Çalışma sonuçları açısından resiprokal hareketle çalışan WOG ile devamlı dönme hareketi ile çalışan PTN ve OSNG grupları arasındaki farkın temel nedenlerinden birinin farklı hareket tiplerine sahip şekillendirme sistemleri olduğu düşünülmektedir. Endodontik tedavi sonrası vertikal kök kırığının önemli predispozan faktörlerinden bazıları şunlardır; artan doku kaybı, dentinin dehidrasyonu, irrigasyon solüsyonlarının istenmeyen etkileri ve dolum sırasında aşırı basınç. Güta-perikan lateral kompaksiyonun kök kanal dolgusunda

yaygın olarak kullanılan bir teknik olduğu ve vertikal kök kırığı riskini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir.¹⁰ Güta-perka lateral kompaksiyonun kök kanal dolgusunda yaygın olarak kullanılan bir teknik olduğu ve vertikal kök kırığı riskini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir.¹⁰ Sıkıştırma işlemi sırasında uygulanan aşırı kuvvet, kök kırılmasının önüne geçilmesi açısından için bir risk oluşturma dezavantajına sahiptir. Bu nedenler göz önünde bulundurularak çalışmamızda, tek gövdede hem sürekli dalga yöntemi hem de ısıtılmış güta-perka enjeksiyonu yapabilen Elements Free Kablosuz Obturasyon sistemi, lateral kondenzasyon ve termoplastik enjeksiyon tekniklerinin dentin dayanımı üzerindeki etkilerini kompanse etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu sayede 3 boyutlu hermetik bir dolum sağlanarak dolum tekniğinin kırılma dayanımı üzerindeki etkisi tüm gruplarda standardize edilmiştir. Bu çalışmada kök, dikey yönde uygulanan kırılma testine tabi tutulmuştur. Laboratuvar çalışmaları malzemelerin bireysel klinik davranışları hakkında bilgi vermese de klinik duruma en yakın ortamı sağlamak için diğer çalışmalarda olduğu gibi dişler statik yük altında incelenmiştir.

SONUÇLAR

Bu çalışma ışığında WOG sistemi, bu çalışmada kullanılan diğer döner sistemler arasında en yüksek kırılma direnci değerlerine neden olmuştur. Kırılma direnci varyasyonları, kullanılan aletin tasarımına bağlı olarak kinematik, fiziksel ve metalurjik özellikler yoluyla değişebilir.

KAYNAKLAR

1. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30:559-567.
2. Shemesh H, Roeleveld AC, Wesselink PR, Wu M-K. Damage to root dentin during retreatment procedures. *J Endod.* 2011;37:63-66.
3. Shemesh H, Bier CA, Wu MK, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *Int Endod J.* 2009;42:208-213.
4. Yalçı Altun F., Uzun Ö. Resiprokasyon ve dönme hareketi yapan ege sistemlerinin karşılaştırılması: şekillendirme süresi, çalışma boyu değişimi ve alet kırılması. *Acta Odontol Turc* 2014;31:61-67
5. Çiçek E, Aslan MA, Akkoçan O. Comparison of the resistance of teeth instrumented with different nickel-titanium systems to vertical root fracture: an in vitro study. *J Endod* 2015;41:1682-1685.
6. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1971;32:271-275.
7. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative proce-

dures. *J Endod* 1989;15:512-516.

8. Goyal K, Paradkar S, Saha SG, Bhardwaj A, Vijaywargiya P et. al. A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth obturated with four different methods of obturation: An in vitro study. *Endodontol* 2019;31:168.
9. Walton RE, Rivera EM. Cleaning and shaping. In: Schreffer J, Rudolph P, Pendill J, editors. *Principles and practice of endodontics.* 3rd ed. United States of America. W.B. Saunders Company;1996.p.206-238.
10. Necchi S, Taschieri S, Petrini L, Migliavacca F. Mechanical behaviour of nickel-titanium rotary endodontic instruments in simulated clinical conditions: a computational study. *Int Endod J* 2008;41:939-949.
11. Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J Endod* 1997;23:533-534.
12. Bier CA, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu MK. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod* 2009;35:236-238.
13. Zamin C, Silva-Sousa YTC, Souza-Gabriel AE, Messias DF, Sousa-Neto MD. Fracture susceptibility of endodontically treated teeth. *Dent Traumatol* 2012;28:282-286.
14. Kim HC, Kwak SW, Cheung GS, Ko DH, Chung SM, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod* 2012;38:541-544.
15. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics* 2005;10:30-76.
16. Schäfer E, Oitzinger M. Cutting efficiency of five different types of rotary nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2008;34:198-200.
17. Bürklein S, Tsotsis P, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod* 2013;39:501-504.
18. Kim HC, Lee MH, Yum J, Versluis A, Lee CJ, Kim BM. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endod* 2010;36:1195-1199.
19. Kansal R, Rajput A, Talwar S, Roongta R, Verma M. Assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files. *J Endod* 2014;40:1443-1446.
20. Plotino G, Grande N, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J* 2012;45:614-618.
21. Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL et. al. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod* 2010;36:157-159.
22. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantato-

re G et. al. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. J Endod 2012;38:505-509.

23. Trope M, Ray Jr HL. Resistance to fracture of endodontically treated roots. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992;73:99-102.

24. Yoldas O, Yilmaz S, Atakan G, Kuden C, Kasan Z. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi rotary instruments and the self-adjusting file. J Endod 2012;38:232-235.

25. Liu R, Kaiwar A, Shemesh H, Wesselink PR, Hou B et. al. Incidence of apical root cracks and apical dentinal detachments after canal preparation with hand and rotary files at different instrumentation lengths. J Endod 2013;39:129-132.

26. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B et. al. Smooth flexible versus active tapered shaft design using NiTi rotary instruments. Int Endod J 2002;35:820-828.