

# İki farklı döner eğe sistemi ile şekillendirilmiş dişlerin farklı irrigasyon solüsyonları kullanıldığında kırılma dirençlerinin değerlendirilmesi

## Evaluation of the effects of two different rotary systems and various irrigants on the fracture resistance of teeth

**Arş. Gör. Esra Yaman**

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,  
Endodonti A.D., Ankara  
Orcid ID: 0000-0002-2258-6570

**Prof. Dr. Berna Aslan**

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,  
Endodonti A.D., Ankara  
Orcid ID: 0000-0002-4673-7791

**Arş. Gör. Funda Yılmaz**

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,  
Endodonti A.D., Ankara  
Orcid ID: 0000-0003-0815-5907

**Geliş tarihi: 15 Temmuz 2018**

**Kabul tarihi: 24 Ekim 2018**

**doi: 10.5505/yeditepe.2019.46338**

**Yazışma adresi:**

Dr. Dt. Funda Yılmaz  
Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,  
Endodonti AD, Ankara, TÜRKİYE  
Eposta: dt.fndylmz@gmail.com  
Telefon: 05055930693  
E-mail: oguzborahan@hotmail.com

**ÖZET**

**Amaç:** Bu deneysel çalışmanın amacı iki farklı döner eğe sistemi ile prepare edilmiş, dişlerin farklı irrigasyon solüsyonları kullanıldığında kırılma dirençlerinin karşılaştırılmasıdır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmada 98 adet tek köklü alt çene küçük azı dişler premolar kullanıldı. Dişlerin kök uzunlukları 13 mm olacak şekilde kuronları uzaklaştırıldı. Kökler 3 kontrol grubuna ve 4 deneysel gruba ayrıldı (n=14). Negatif kontrol grubuna (n=14) hiç işlem yapılmadan bırakıldı. Pozitif Kontrol Grupları; Grup PUP (ProTaper, serum fizyolojik) ve Grup WOP (WaveOne, serum fizyolojik), Deneysel Gruplar; Grup PUSP (ProTaper, NaOCl), Grup WOSP (WaveOne, NaOCl), Grup PUSEP (ProTaper, EDTA) ve Grup WOSEP (WaveOne, EDTA) oluşturuldu. Son irrigasyon olarak serum fizyolojik tüm deney gruplarına ve pozitif kontrol gruplarına uygulandı. Periodontal aralık taklit edilecek şekilde örnekler akrilik rezine gömüldü. Daha sonra Kontrol ve deney gruplarına ait tüm örnekler, Universal Test Cihazı kullanılarak, kırılma testine tabi tutulup kırılma anındaki değer her kök için Newton birimi üzerinden kaydedildi. Ölçüm sonuçları arasındaki farklılıklar test edilirken Kruskal-Wallis H testi, hangi grupların birbirinden farklı olduğunu tespit etmek amacıyla Post-Hoc Çoklu Karşılaştırma Testi kullanıldı. p değerinin, 0,05'ten küçük olduğu değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

**Bulgular:** Negatif Kontrol Grubu KP (371,71 N), Grup PUP (199,92 N), Grup PUSP (210,28 N) ve Grup PUSEP (220,89 N)'e göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha fazla kırılma direnci gösterirdi. ProTaper grupları ve WaveOne grupları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edildi (p<0,05). Aynı Ni-Ti sistemler kendi içinde değerlendirildiğinde farklı irrigasyon rejimi uygulamanın dişin kırılma direnci üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p>0,05). Sonuç: Bu çalışmanın sınırları dahilinde, elde ettiğimiz sonuçlara göre ProTaper döner eğe sistemi kullanılması dişin kırılma direncini istatistiksel olarak düşürdüğü, ancak farklı irrigasyon solüsyonları kullanılmasının dişin kırılma direncin üzerine etkisi olmadığı bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** ProTaper, WaveOne, kırılma direnci, irrigasyon, NaOCl, EDTA

**SUMMARY**

**Aim:** This is an experimental study conducted on extracted teeth and aiming to evaluate the effect of various root canal irrigation solutions on fracture resistance of the roots.

**Material and Methods:** Ninety-eight single rooted mandibular premolar teeth were used. Crowns were removed from the enamel-cementum junction and root lengths were adjusted to 13 mm. The roots were divided into 3 control groups and 4 experimental groups (n=14). As negative control group 14 teeth without any treatment were used. The other groups were divided as the Positive Control Groups; Group PUP (ProTaper, Serum physiologic), Group WOP (WaveOne, Serum physiologic), and Experimental Groups; Group PUSP (ProTaper,

NaOCl), Group WOSP (WaveOne, NaOCl), Group PUSEP (ProTaper, EDTA) and Group WOSEP (WaveOne, EDTA). Serum physiologic was used for final irrigation in experimental groups as well as positive control groups. Specimens were embedded into acrylic resin and periodontal ligament was created for all groups. Then specimens were submitted to a fracture test using a Universal Test Machine and the load necessary to fracture was recorded and expressed in Newton (N). The differences between the groups were tested by Kruskal-Wallis H test and Post-Hoc multiple comparison test. P values below 0,05 were accepted as statistically significant.

**Results:** The Negative Control Group showed the higher fracture resistance (371.71 N) from Positive Control Group PUP (199.92 N), Group PUSP (210.28 N) and Group PUSEP (220.89 N) ( $p < 0,05$ ). There were statistically significant differences between ProTaper groups and WaveOne groups ( $p < 0,05$ ). There were no statistically significant differences within experimental groups shaped with same Ni-Ti system and irrigated with various regimes ( $p > 0,05$ ).

**Conclusion:** Within the limitations of this study, according to our results, usage of ProTaper rotary system decreased the fracture resistance of teeth significantly. However the usage of different irrigation solutions did not effect the fracture resistance of teeth.

**Keywords:** ProTaper, WaveOne, fracture resistance, irrigation, NaOCl, EDTA

## GİRİŞ

Endodontik tedavi gören dişler çürük, travma veya endodontik işlemler dolayısıyla önemli ölçüde madde kaybı göstermektedir. Vertikal kök kırığı, kök kanal tedavisi sıra-

sında veya sonrasında ortaya çıkabilen ciddi bir komplikasyon olup endodontik tedavi görmüş dişlerde vital dişlere göre daha fazla kırılma görüldüğü bilinmektedir.<sup>1,2</sup>

Destek dokuların kaybı, dentinin su kaybetmesi, irrigasyon solüsyonlarının istenmeyen etkileri ve kök kanal dolgusu sırasında uygulanan aşırı basınç vertikal kırılma için zemin hazırlar.<sup>1-3</sup> Kök kanallarının kemomekanik olarak tamamen temizlenebilmesi için eğeler ile yapılan mekanik preparasyona ilave olarak irrigasyon solüsyonları da kullanılmaktadır.<sup>4</sup> Kök kanal tedavisinde kullanılan bu irrigasyon solüsyonları dişin kırılma direncini etkilemektedir.<sup>5,6</sup>

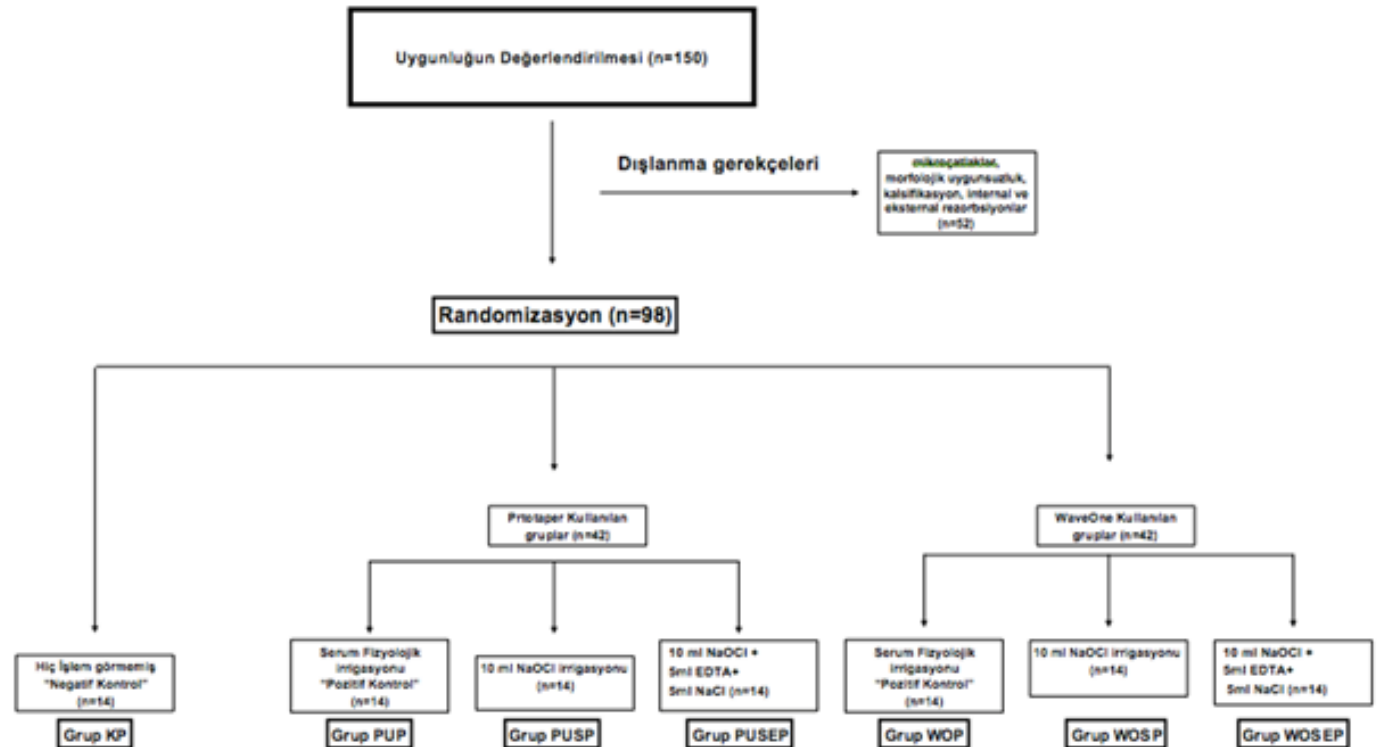
Kök kanal tedavisi uygulanmış dişlerde oluşan vertikal kök kırığının temel sebebi olarak temizleme ve şekillendirme yöntemi ve doldurma tekniği gösterilmektedir.<sup>7,8</sup> Bunun yanı sıra irrigasyon solüsyonlarının da endodontik tedavi görmüş dişlerin kırılma direnci üzerinde etkili olduğu ve diş dokularını zayıflattığı, kırılmaya yatkınlığı ileri sürülmüştür.<sup>5,6,9</sup>

Çalışmamızın amacı alt çene küçük azı dişlerin, kök kanallarının iki farklı döner eğe sistemiyle genişletilmesi ve farklı irrigasyon solüsyonlarıyla yıkanmasının kökün kırılma direnci üzerine etkilerinin in vitro değerlendirilmesidir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Dişlerin seçimi ve hazırlanması

Ankara Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylanan çalışmamızda, 98 adet ortodontik, protetik veya periodontal nedenlerle yeni çekilmiş alt çene küçük azı dişleri kullanıldı. Dişler çalışmada kullanılıncaya kadar +4°C'de %0,1'lik timol içeren kaplarda muhafaza edildi. Dişler üzerindeki yumuşak doku artıkları ve diş taşları, periodontal küret



Şekil 1. Kontrol grupları ve deney gruplarının

yardımıyla uzaklaştırıldı. Dişlerin kök kanal anatomisini değerlendirmek amacıyla, bukkolingual ve meziodistal olarak radyografler alınıp ve ışık mikroskobu altında incelendi. Bu incelemelerin sonucunda çatlak hattı gözlenenler dişler ve kök kanal morfolojisi açısından uygun olmayan, iki ya da daha fazla kanala sahip olan, internal ya da eksternal rezorbsiyon görülen ve kalsifiye dişler çalışma dışı bırakıldı. (Şekil 1)

Timol kalıntılarında arındırılmak için dişler, akan su altında yıkandı. Örneklerin boyutlarını standardize etmek amacıyla, dişlerin kök uzunluğu 13 mm olacak şekilde, kronları su soğutması altında elmas disk kullanılarak uzaklaştırıldı. Ayrıca köklerin mezio-distal ve bukkolingual çapları da ölçüldü. Sırasıyla mesio-distal ve bukkolingual çapları  $4.5 \pm 0.5$  mm ve  $5.0 \pm 0.5$  mm olan dişler çalışmaya dahil edildi. Tüm bu ölçümlerde elektronik dijital kumpas (Allendale Electronics Ltd., Hertfordshire, UK) kullanıldı.

Çalışmamızdaki kontrol ve deney gruplarının örnek genişliğini hesaplamak için Power Analizi yapıldı.<sup>10</sup> Power Analizi sonuçlarına göre Power (testi gücü) en az 1,00 ve 1. tip hata 0,05 alınarak her grupta örnek sayısı  $n=14$  olarak belirlendi. Bu işlemlerde NCSS PASS (ver.11) (Utah, USA) programı kullanıldı.

Negatif kontrol grubunu oluşturmak üzere ayrılan 14 adet kökte herhangi bir işlem yapılmadı. Geriye kalan köklerde, 10 numara K tipi paslanmaz çelik eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) kanal içine yerleştirilip foramen apikaleden görünür hale gelene kadar ilerlenip bu noktadaki uzunluğu ölçüldü. Çalışma boyu bu uzunluktan 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Çalışma boyu tespit edilen kökler her bir grupta 14 adet örnek olmak üzere rastgele seçilerek pozitif kontrol grupları ve deneysel gruplarda kullanılmak üzere ayrıldı. (Şekil 1)

Deney gruplarının oluşturulması

Pozitif kontrol grubu 1 (Grup PUP): 15 numaralı K tipi el eğesi, kanalın koronal üçte ikilik kısmına yerleştirilip, kanal içerisinde serbest hale gelene kadar kanalda kullanıldı. Bu işlem sonucunda elde edilen rehber yolda 15 numaralı el eğesinin ulaştığı derinliğe kadar, sırasıyla SX ve S1 ProTaper Universal döner eğeler (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) üretici firmanın önerisi doğrultusunda 3N cm tork değeri ile kullanılarak şekillendirme yapıldı. ProTaper enstrümanlar NSK Endomate DT (Nakanishi Inc., Tochigi, Japan) tork kontrollü elektrikli mikromotor ile 250 rpm sabit hızda kullanıldı. Kanalın koronal üçte ikisi bu şekilde şekillendirildikten sonra kanalın apikal üçte birlik kısmına 15 numaralı K tipi eğeyle tamamen girilerek, çalışma boyu doğrulandı. 15 numaralı el eğesi çalışma boyunda serbest hale gelene kadar kullanıldı. Ardından, kök kanalları sırasıyla S1 (3 N.cm), S2 (1 N.cm), F1 (2 N.cm) ve F2 (2 N.cm) ProTaper Universal döner eğeler çalışma boyunda kullanılarak genişletildi. İrrigasyon için her eğe değişimin-

den sonra 2 ml olmak üzere toplamda 10 ml serum fizyolojik irrigasyonu yapıldı.

Pozitif kontrol grubu 2 (Grup WOP): 15 numaralı K tipi el eğesi, kanalın koronal üçte ikilik kısmına yerleştirilip, kanal içerisinde serbest hale gelene kadar kanalda kullanıldı. Ardından WaveOne Primary eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), özel resiprokal hareket programına sahip X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) endodontik motor ile kullanılarak pasif 2-3 gagalama hareketi yapıldı. Eğenin sıkıştığı noktada alet kanaldan çıkarılıp, eğe üzerindeki dentin talaşları temizlenerek ve irrigasyon yapıldı. Kanalın koronal üçte ikilik kısmına ulaşılan kadar bu küçük gagalama hareketlerine devam edilip kanallar irrigate edildi. Ardından 15 numara K tipi eğeyle kanalın apikal üçte birine geçildi. Bu eğe belirlenen çalışma boyunda tamamen serbest hale gelene kadar kullanıldıktan sonra, WaveOne Primary eğe ile çalışma boyunda şekillendirme yapıldı. İrrigasyon için toplamda 10 ml serum fizyolojik solüsyonu kullanıldı.

Deneysel grup 1 (Grup PUSP): Kök kanalları grup PUP'da anlatılan şekilde prepare edildi. İrrigasyon için her eğe değişiminden sonra 2ml olmak üzere toplamda 10ml %2,5'lik NaOCl (Wizard, Rehber Kimya, Turkey) kullanıldı. Deneysel grup 2 (Grup WOSP): Kök kanalları grup WOP'da anlatılan şekilde prepare edildi. Preparasyon işlemi sırasında toplamda 10ml %2,5'lik NaOCl ile kök kanal irrigasyonu yapıldı.

Deneysel grup 3 (Grup PUSEP): Kök kanalları grup PUP'da anlatılan şekilde prepare edildi. Preparasyon işlemi sırasında toplamda 10ml %2,5'lik NaOCl ile kök kanal irrigasyonu yapıldı. Preparasyon tamamlandıktan sonra, kök kanalları 3dk süreyle 5ml %17'lik EDTA (Werax, SDD, İzmir, Turkey) ile irrigate edildi. Ardından 5ml %2,5'lik NaOCl ile yıkandı.

Deneysel grup 4 (Grup WOSEP): Kök kanalları grup WOP'da anlatılan şekilde prepare edildi. Preparasyon işlemi sırasında toplamda 10ml %2,5'lik NaOCl ile kök kanal irrigasyonu yapıldı. Preparasyon tamamlandıktan sonra, kök kanalları 3dk süreyle 5ml %17'lik EDTA ile irrigate edildi. Ardından 5ml %2,5'lik NaOCl ile yıkandı.

Tüm deney gruplarında irrigasyon solüsyonlarının artıklarını uzaklaştırmak için son yıkama solüsyonu olarak 5ml serum fizyolojik ile irrigasyon yapıldı. Temizleme ve şekillendirme esnasında tüm gruplarda irrigasyon için 31 gauge boyutundaki delikli tip enjektörler (Ultradent, Utah, USA) ileri geri hafif hareketlerle yıkama yapılarak kullanıldı. Kök kanalları kağıt konlar (Sure-Endo, Sure Dent, Korea) ile kurulandı. Kırılma testi yapıncaya kadar tüm örnekler 37°C'de %100 nemli ortamda muhafaza edildi.

*Kırılma direnci testinin uygulanması*

Pozitif ve negatif kontrol ile deney gruplarındaki örneklerin kök yüzeyleri 0,3mm kalınlığında alüminyum folyo ile kaplanıp periodontal ligament aralığı taklit edildi. Daha

sonra örnekler, silindirik şekilli plastik kaplardaki otopoli-merizan akrilik rezin (Imicryl Diş Malzemeleri San. Tic. Aş., Konya Türkiye) içerisine, köklerin uzun aksı silindire paralel olacak şekilde, koronal 8mm'lik kısım açıkta bırakılarak gömüldü. Elde edilen modellerin bozulmaması ve tamamen sertleşmesi için örnekler, 1 saat bekletildi. Polimerizasyonun ardından, dişler rezin bloklardan çıkarılıp kök yüzeyindeki alüminyum folyo uzaklaştırıldı. Silikon esaslı ölçü materyali (Detax Exagel Catalyst-Exasoft Wash, Germany) rezin kaideye enjekte edilip dişler tekrar bu rezin kaide içerisine yerleştirildi. Böylece, silikon tabaka kullanılarak periodontal ligament oluşturuldu.

Örnekler, Universal Test Cihazı (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Frahem, UK) kullanılarak kırılma direnci testine tabi tutuldu. Bunun için örnekler, standardizasyonu sağlamak amacıyla dişin uzun aksı ile cihaz 0° açı yapacak şekilde yerleştirildi. Böylece kuvvetin uygulanacağı pozisyon sabitlendi. Köklerin içinde bulunduğu akrilik rezin bloklar, test cihazının alt plağında bulunan örnek tutucu içerisine yerleştirildi.

Cihazın üst kısmında bulunan 4 mm çapındaki çelik küresel uç yardımıyla dakikada 1 mm artan hızla fraktür oluşuncaya kadar vertikal yönde kuvvet uygulandı.

Bilgisayara bağlı olan Universal Test Cihazı ile uygulanan kuvvet Newton (N) birimi üzerinden bilgisayara kaydedildi. Böylece, kırılma momenti test cihazında ölçülen kuvvetin aniden düşmesi ile tespit edildi. Elde edilen veriler, Newton birimi üzerinden Microsoft Excel Yazılımına kaydedildi.

#### *İstatistiksel değerlendirme*

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 20 paket programı ile analiz edildi. Gruplar arasındaki farklılıklar incelenirken değişkenlerin normal dağılımdan gelmemesi nedeniyle Kruskal Wallis-H Testi kullanıldı. Kruskal Wallis-H Testinde anlamlı farklılıkların görülmesi durumunda Pos-Hoc Çoklu Karşılaştırma Testi ile aralarında farklılık olan gruplar belirlendi. Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanıldı.

#### **BULGULAR**

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgulara göre, Negatif Kontrol Grubu KP en yüksek kırılma direncini gösterirken; bunu sırasıyla Grup WOP, Grup WOSEP, Grup WOSP, Grup PUSEP, Grup PUSP, Grubu PUP takip etmiştir.

Tüm gruplar arasındaki farklılıklara ilişkin yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucunda, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0,05$ ). Buna göre, Grup KP'nin kırılma direnci değerleri Grubu PUP, Grup PUSP ve Grup PUSEP'e ait değerlerden anlamlı derecede yüksek bulundu ( $p<0,05$ ). Ayrıca ProTaper ve WaveOne ile preparasyon yapılan gruplar arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edildi

( $p<0,05$ ). Ancak irrigasyon solüsyonlarının (serum fizyolojik, NaOCl ve EDTA) dişin kırılma direnci üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0,05$ ). (Tablo 1)

**Tablo 1. Tüm Gruplar Arasındaki Farklılıklara İlişkin Kruskal Wallis-H Testi sonuçları görülmektedir. \*Farklı harfler taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ )**

GRUPLAR	N	Ortalama	Minim	Maksim	p
Grup KP	14 <sup>a*</sup>	371,71±73	192,87	446,75	0,001
Grup PUP	14 <sup>bb</sup>	199,92±68	130,56	389,37	
Grup WOP	14 <sup>aa</sup>	281,53±67	181,37	402,80	
Grup PUSP	14 <sup>bb</sup>	210,28±38	137,31	265,09	
Grup WOSP	14 <sup>aa</sup>	272,41±80	173,94	402,87	
Grup PUSEP	14 <sup>bb</sup>	220,89±73	77,14	375,57	
Grup WOSEP	14 <sup>aa</sup>	278,02±93	123,36	420,07	

Çalışmamızdaki kontrol ve deney grupları kendi içinde değerlendirildiğinde, kontrol grupları arasındaki farklılıklara ilişkin yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucunda, gruplar arası da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0,05$ ). Grup KP'nin kırılma direnci değerleri Grup PUP'a ait değerlerden anlamlı derecede yüksek bulundu ( $p<0,05$ ).

ProTaper döner eğe sistemi ile preparasyon yapılan gruplar (Grup PUP, Deneysel Grup PUSP ve Grup PUSEP) arasındaki farklılıklara ilişkin yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucunda, bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ).

WaveOne tek eğe sistemi ile preparasyon yapılan gruplar (Pozitif Kontrol Grubu 2, Deneysel Grup 2 ve Deneysel Grup 4) arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ). Tüm grupların kırılma direnci değerlerinin gruplara göre dağılımı grafik 1'de gösterilmiştir.

#### **TARTIŞMA**

Kök kanal tedavisi uygulanmış dişlerin canlılığını yitirmesine bağlı olarak dehidrate olduğu ve bu sebeple direncinin azaldığı düşünülmektedir. Ancak dişlerde dehidratasyon ile birlikte asıl direnç azalmasına diş üzerinde yapılan mekanik işlemlerin sebep olduğu gösterilmiştir.<sup>11</sup> Farklı preparasyon teknikleri ve eğe dizaynları, değişen seviyelerdeki dentin hasarında ve mikroçatlak oluşumunda etkilidir.<sup>12-14</sup> Bunun yanı sıra kök kanalında yapılan aşırı genişletme ve büyük taperli, agresif nikel titanyum eğeler vertikal kök kırığı oluşturabilmektedir.<sup>4, 15</sup>

Kök kanal irrigasyonu, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunda ve oluşan debrisin uzaklaştırılmasında önemli bir role sahiptir. Irrigasyonun amaçları; bakteri ve bakteri ürünlerinin eliminasyonu, nekrotik dokuların ve dentin artıklarının kök kanalından uzaklaştırılması, enfekte dokuların apikal bölgede birikmesinin engellenmesi ve kanal aletlerinin kanal içerisindeki hareketini kolaylaştırmasıdır.<sup>4,16</sup>

Kök kanal tedavisinde sıklıkla kullanılan irrigasyon so-



lüsyonlarından biri olan NaOCl'nin proteolitik ve organik doku çözücü özelliği sebebiyle Tip 1 kollojen, kondroitin sülfat ve glikozaminoglikan gibi organik maddelerin miktarının azalttığı ve yapısını bozduğu gösterilmiştir. Sim ve ark. %5,25'lik NaOCl'nin dentinin elastisite modülünü ve esneme kuvvetini belirgin ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.<sup>17</sup>

Kavite dezenfektanları uygulanmış molar dişlerin kırılma dirençlerinin incelendiği bir çalışmada, sodyum hipokloritin dişin kırılma direncini büyük ölçüde azalttığı ileri sürülmüştür.<sup>18</sup>

Uzun süreli (2 saat) % 17'lik EDTA uygulamalarında, dentinin bükülme direncinin üçte bir oranında azaldığı, elastik modülünün ise yarıya indiği bildirilmiştir.<sup>19</sup> Daha önce yapılan çalışmalardan hareketle, gerek kök kanal preparasyonunun gerekse bu esnada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının dişte oluşturabileceği muhtemel zayıflama olasılığı göz önünde bulundurularak, çalışmamızda çeşitli preparasyon teknikleri ve irrigasyon solüsyonlarının dişin kırılma direnci üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bizim çalışmamızda anatomik ve biyolojik varyasyonları en aza indirebilmek için tek köklü, tek kanallı alt çene küçük azı dişleri kullanılmıştır. El aletleri ile yapılan genişletme ve şekillendirme işlemleriyle yöntemin uzun zaman alması, apikal transportasyon, zip ve basamak oluşumu gibi hatalara yol açabilmesi söz konusudur.<sup>20</sup> Tüm bu komplikasyonları en aza indirebilmek için daha esnek olan nikel titanyum eğelerin kullanılması önerilmiştir.<sup>21</sup> Bu avantajlara rağmen, kanallardaki eğrilikler ve daralmalar, bükülme ve torsiyonel streslere neden olarak, nikel titanyum kök kanal eğelerinde oluşan başarısızlık riskini arttırmaktadır. Tek eğe Ni-Ti döner eğe sistemin kullanılması ilk olarak Yared tarafından önerilmiştir.<sup>22</sup> Tek eğe sistemlerin kullanılmasıyla, döner eğelerde yorulmayla meydana gelen kırıkların önüne geçebilmek ve daha fazla hız kazanmak amaçlanmıştır.<sup>23</sup> Ayrıca resiprokal hareketin, konvensiyonel rotasyon hareketine oranla dentin açısından daha güvenli olduğu ileri sürülmüştür.<sup>24</sup> Çalışmamızda, farklı döner eğe sistemlerini karşılaştırmak üzere ProTaper Universal döner eğe sistemi devamlı rotasyon hareketiyle, WaveOne tek eğe sistemi resiprokal hareketle kullanılmıştır.

Çalışmamızda dişler önce alüminyum folyoya sarılarak akrilik rezin bloklara gömülmüş, daha sonra folyonun yarattığı boşluk silikon esaslı ölçü maddesiyle doldurularak periodontal ligament benzeri yapı oluşturulmuştur. Preparasyon ve irrigasyon işlemlerinin olası etkilerinden uzak kalması amacıyla negatif kontrol grubu oluşturulmuştur. Pozitif kontrol gruplarında ise irrigasyon solüsyonlarının etkilerini elimine etmek amaçlanmış, irrigasyon solüsyonu olarak yalnızca serum fizyolojik kullanılmıştır. Endodontide en sık kullanılan irrigasyon solüsyonları, organik artıkları uzaklaştırmak için sodyum hipoklorit, inorganik artıkları

uzaklaştırmak için ise EDTA'dır. Yapılan bir çalışmada %5,25'lik NaOCl'nin dentinin elastisite modülünde, bükülme direncinde ve yüzey geriliminde belirgin olumsuz değişikliklere neden olduğu gösterilmiştir.<sup>17</sup> Bu sebeple NaOCl solüsyonunun gerek diş yapıları gerekse diş çevreleyen dokular üzerinde daha az yıkıcı ve toksik etki gösterecek konsantrasyonlarının tercih edilmesi uygun görülmektedir. Smear tabakasının uzaklaştırılması, dentinin derin tabakalarına NaOCl gibi lokal dezenfeksiyon ajanlarının ulaşmasını kolaylaştırır ve böylece irrigasyonun antibakteriyel etkinliğinde artış görülür. EDTA'nın genellikle %10-%17 arasındaki konsantrasyonları tercih edilmesine rağmen en sık kullanılanı %17'lik konsantrasyonudur.<sup>25</sup> Çalışmamızda elde edilen bulgulara bakıldığında, ProTaper grupları ile negatif kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenirken ( $p < 0,05$ ), WaveOne tek eğe sistemi ile şekillendirme yapılan gruplara ait ortalama değerler de negatif kontrol grubuna oranla daha az olmasına rağmen aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Ayrıca çalışmamızın sonuçlarına göre irrigasyon solüsyonlarının dişin kırılma direnci üzerine etkisi de istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p > 0,05$ ). Kadavra mandibulası üzerinde yapılan bir çalışmada, iki farklı preparasyon tekniğinin mikroçatlak oluşumu üzerine etkisi incelenmiş ve kontrol grubu ile deneysel gruplar (GT Profile el eğeleri ve WaveOne tek eğe sistemi) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir.<sup>1</sup>

Preparasyon tekniklerini (ProTaper, Profile, SystemGT, S-ApeX, el eğeleri)'nin incelendiği diğer bir çalışmada ise, dentin dokusunda en çok hasar oluşturan preparasyon yönteminin, bizim çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde, ProTaper (%16) olduğunu tespit edilmiştir.<sup>26</sup>

Ancak Bürklein ve ark. devamlı rotasyon hareketini (ProTaper, Mtwo) ve resiprokal hareketi (WaveOne, Reciproc) karşılaştırdıkları çalışmalarında, preparasyon yapılan tüm gruplarda dentinal defekt oluşumu gözlemişler ve resiprokal hareketle kullanılan enstrümanların, devamlı rotasyon hareketiyle kullanılan enstrümanlara oranla apikal bölgede daha fazla mikroçatlak oluşturduğunu belirtmişlerdir.<sup>27</sup> SAF, Mtwo ve ProTaper ile preparasyon yapılan köklerde oluşan dentin çatlaklarını değerlendirildiği bir çalışmada da ProTaper grubunda en fazla dentin çatlağı olduğunu belirlenmiştir.<sup>28</sup> Bizim çalışmamızda da benzer olarak ProTaper gruplarında kırılma direnci diğer gruplardan düşük çıkmıştır. ProTaper döner eğelerin dizaynı, gittikçe artan taper sergilemektedir ve bu sebeple, korondan daha fazla dentin uzaklaştırmaktadır.<sup>29</sup> Preparasyon sırasında uzaklaştırılan dentin miktarı, vertikal kırık potansiyelini etkileyen faktörlerdendir. ProTaper döner eğelerin belirgin şekilde artan taper açısı nedeniyle uzaklaştırdıkları dentin miktarının fazla olması nedeniyle diş zayıflattığı ileri sürülmektedir.<sup>30</sup> Ancak döner sistemlerin kullanımı ve taper

açısının kırılma üzerindeki etkisi konusunda görüş birliği yoktur.<sup>26,31</sup>

Kök kanallarının el eğeleri, ProTaper ve Profile eğelerle genişletilip, kökün kırılma direncinin değerlendirildiği bir çalışmada, enstrümente edilen tüm grupların kırılma direnci, enstrümantasyon yapılmamış kontrol grubuna oranla düşük bulunmuştur. Bizim çalışmamızın bulgularına benzer olarak, ProTaper döner eğe sistemi ile şekillendirme yapılan gruplar ise vertikal kök kırığına karşı en düşük direnci göstermiştir.<sup>32</sup>

SAF ve ProTaper eğelerin kökün kırılma direnci üzerine etkilerini incelendiği diğer bir çalışmada çalışmamızdaki bulgulara paralel olarak, ProTaper döner eğe sistemi ile genişletilip doldurulmuş köklerin en düşük kırılma direncine sahip olduğunu bildirilmiştir. SAF ile genişletilip doldurulmuş köklerin kırılma direnci ise kontrol grubuna ve ProTaper ile genişletilip doldurulan gruba oranla daha yüksektir.<sup>3</sup>

Tek eğe sistemlerini farklı hareket şekilleri (rotasyon ve re-siprokasyon) ile kullanarak yapılan bir çalışmada, dentinde oluşan hasarı ve kırılma direncini incelenmiş, eğenin üretiminde kullanılan materyalin, dentin hasarı oluşturmada, hareket şekline oranla daha önemli olduğunu bildirmişlerdir.<sup>14</sup> M-Wire teknolojisiyle geliştirilen WaveOne Ni-Ti eğeler, konvensiyonel yöntemle üretilen ProTaper Ni-Ti eğelere oranla çok daha esnek bir yapıya sahiptir. Bu yüzden enstrümantasyon sırasında kök kanal duvarı üzerine daha az basınç uyguladığı ileri sürülmektedir.<sup>33</sup> Bu sonuçlarda bizim çalışmamızı desteklemektedir.

Dentinin mikrosertlik, geçirgenlik, çözünebilirlik gibi yapısal özellikleri organik ve inorganik komponentlerini etkileyebilen kimyasal irriganların kullanımı sonrasında değişebilir.<sup>34</sup> Mikrosertlik, kök kanal dentinindeki mineral oranının değişiminden dolayı olarak etkilenir.<sup>35,36</sup> NaOCl ve EDTA solüsyonlarının kök dentininin mikrosertliğini azalttığını ileri süren birçok çalışma bulunmaktadır.<sup>36-39</sup> Souza ve ark., sığır dişleri üzerinde yaptıkları çalışmalarında stabilize alkalın (standart %10'luk NaOCl ve distile su karışımı, pH=12,8) ve nötral (%10'luk NaOCl ve %1'lik sodyum bikarbonat karışımı, pH=7,2) sodyum hipoklorit solüsyonlarını kullanmışlar ve dişlerin kırılma dirençlerini değerlendirmişlerdir.<sup>40</sup> Her iki solüsyonun da dişlerin kırılma dirençlerini yaklaşık olarak %30 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda irrigasyon solüsyonlarının, dişin kırılma direnci üzerine kullanılan preparasyon yöntemi kadar etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Sonuçlar arasındaki bu farklılığın kullanılan deney düzeneklerinin ve uygulanan konsantrasyonunun farklı oluşundan kaynaklanabilmektedir.

Yapılan diğer bir çalışmada %8,25'lik sodyum hipoklorit solüsyonunun dental pulpa çözünlülüğü, dentinin bükülme dayanıklılığı ve modülüsü üzerine etkisini incelemişlerdir. Yüksek konsantrasyonda (%8,25) kullanılan NaOCl'nin

dental pulpanın çözünme hızını belirgin ölçüde arttırdığını, ancak dentinin bükülme dayanıklılığı ve modülüsünde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik yaratmadığını ortaya koyulmuştur.<sup>41</sup>

Aslantaş ve ark., 5 ml %6'lık sodyum hipoklorit, 5 ml %17'lik EDTA ve 5 ml %2'lik klorheksidin glukonatu 5'er dakika süre ile yüzey modifiye edici ajanlarla beraber ve yalnız kullanarak dentin mikrosertliği üzerine etkilerini incelemişlerdir. Her iki durumda da EDTA ve sodyum hipokloritin kök dentin yüzeyinin mikrosertliğini belirgin ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.<sup>42</sup>

Dentin tübüllerindeki erozyon ve dekalsifikasyon dentin dokularındaki zayıflamayı tetikleyen birer faktör olarak düşünülebilir. Ancak irrigasyon solüsyonlarının yalnızca peritübüler dentin üzerine etkili olabileceği ileri sürülmüştür.<sup>43</sup> Şen ve ark. %1'lik, %5'lik, %10'luk ve %15'lik EDTA solüsyonlarının dentin tübüllerinde oluşturduğu erozyonu değerlendirmişler, %5'lik, %10'luk ve %15'lik konsantrasyonlar arasında benzer sonuçlar elde etmişler, %1'lik konsantrasyonda ise sınırlı miktarda erozyon olduğunu bildirmişlerdir.<sup>44</sup> Scelza ve ark., %17'lik EDTA'nın dekalsifikasyon etkisinin zamanla çok az arttığını ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir.<sup>45</sup>

Çalt ve Serper ise EDTA'nın dentin tübüllerinde oluşturduğu erozyonu değerlendirdikleri çalışmalarında, dentinde meydana gelen zayıflamayı, çalışmada kullandıkları diş örneklerinin genç hastalardan alınmasına bağlamışlardır.<sup>46</sup>

Uzunoğlu ve ark., 10 ml EDTA solüsyonunu farklı konsantrasyonlarda ve farklı uygulama sürelerinde kullanmışlar (%5'lik EDTA 1 dk, %17'lik EDTA 1 dk, %5'lik EDTA 10 dk, %17'lik EDTA 10 dk) ve kökün kırılma direnci üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. %5'lik EDTA'nın 10 dk süre ile uygulandığı köklerin en yüksek kırılma direncini gösterdiğini, %17'lik EDTA'nın 10 dk süre ile uygulandığı gruptaki köklerin ise en düşük kırılma direncini gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar EDTA'nın yüksek konsantrasyonlarının ve uzun süreli uygulamalarının kökün kırılma direncini azaltabileceğini ileri sürmüşlerdir.<sup>47</sup> Bu çalışma deney düzeneği açısından bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Dişin kırılma direncini etkilediğini ileri sürdükleri EDTA konsantrasyonu da yine bizim çalışmamızla paralel olarak %17'dir. Sonuçlar arasındaki farklılığın, uygulama süresinin (10dk) bizim çalışmamıza oranla (3dk) oldukça uzun olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda, deneysel grupların tümünde farklı irrigasyon solüsyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Ayrıca çalışmamızda klinik koşullar mümkün olduğunca göz önünde bulundurulmuş, irrigasyon solüsyonlarının konsantrasyonları ve uygulama süreleri buna göre seçilmiştir. Hem sodyum hipokloritin nispeten daha düşük konsantrasyonda (%2,5) kullanılmasının, hem de EDTA'nın sadece 3dk süreyle dentinle

temas etmesinin dentin dokusunda önemli bir değişime neden olmadığını düşünmekteyiz. Nitekim literatürde irrigasyon solüsyonlarının daha yüksek konsantrasyonlarda ve daha uzun süreli uygulamalarında dentin dokusunun yapısını olumsuz etkilediğini gösteren çalışmalar mevcuttur.<sup>36-41,48-50</sup> Yapılan diğer bir çalışmada ise kök kanal tedavisi sırasında kullanılan ve endodontik tedavinin önemli bir parçasını oluşturan yıkama solüsyonlarının dişlerin kırılma dirençlerini anlamlı ölçüde etkilemediğini ancak meydana gelen kırılmaların restore edilemeyecek seviyelerde olduğu bulunmuştur.<sup>51</sup>

## SONUÇ

Çalışmamızın sonuçlarına göre en yüksek kırılma direnci hiç işlem görememiş negatif kontrol grubuna aittir. Wave One ile prepare edilmiş grupların kırılma direnci değerleri negatif kontrol grubuna göre düşük olsa da anlamlı farklılık görülmemiştir. Ancak ProTaper döner eğe sistemi dişin kırılma direncini istatistiksel olarak anlamlı ölçüde azaltmıştır. ProTaper ve Wave One ile prepare edilen gruplar arasında da anlamlı farklılık vardır. Gruplar kendi içinde karşılaştırıldığında, farklı irrigasyon solüsyonlarının (serum fizyolojik, NaOCl ve EDTA) kullanılmasının dişin kırılma direnci üzerine etkisi olmadığı bulunmuştur. Sonuç olarak kullanılan preparasyon yöntemleri dişin kırılma direncini irrigasyon solüsyonlarından daha fazla etkileyebilmektedir.

## KAYNAKLAR

- 1.Arias A, Lee YH, Peters CI, Gluskin AH, Comparison of 2 canal preparation techniques in the induction of microcracks: a pilot study with cadaver mandibles. J Endod 2014; 40: 9 82-985.
- 2.Trope M, Ray HL. Resistance to fracture of endodontically treated roots. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992; 73: 99-102.
- 3.Capar ID, Altunsoy M, Arslan H, Ertas H. Fracture strenght of roots instrumented with Self-Adjusting File and ProTaper rotary systems. J Endod 2014; 40: 551-554.
- 4.Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of the Pulp. 9th ed. St. Louis, Missouri: Mosby Publishing 2006 p: 249-259.
- 5.Turk T, Kaval ME, Sarikanat M, Hülsmann M. Effect of final irrigation procedures on fracture resistance of root filled teeth: an ex vivo study. Int Endod J 2017; 50: 799-804.
- 6.Arslan H, ve ark. Effect of citric asid irrigation on the fracture resistance of endodontically treated roots, Eur J Dent 2014; 8: 74-78.
- 7.EL-Ma'aitha AM, Qualtrough AJ, Watts DC. Resistance to vertical fracture of MTA-filled roots. Dent Traumatol. 2014; 30: 36-42.
- 8.Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. J Endod

2007; 33: 856- 858.

- 9.Prado M, Simão RA, Gomes BP. Effect of different irrigation protocols on resin sealer bond strength to dentin. J Endod 2013;39:689-92.
- 10.Rutterford C, Copas A, Eldridge S. Methods for sample size determination in cluster randomized trials. Int J Epidemiol 2015; 44: 1051-1067.
- 11.Singla M, Aggarwal V, Logani A, Shah N. Comparative evaluation of rotary ProTaper, Profile, and conventional stepback technique on reduction in Enterococcus faecalis colony-forming units and vertical root fracture resistance of root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;109:e105-e110.
- 12.Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. The effect of working length and root canal preparation technique on crack development in the apical root canal wall. Int Endod J 2010; 43: 321-327.
- 13.Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod. 2004;30(8):559-67.
- 14.Priya NT, et.al Dentinal microcracks after root canal preparation a comparative evaluation with hand, rotary and reciprocating instrumentation. J Clin Diagn Res 2014; 8: 70-72.
- 15.Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, et al. Smooth flexible versus active tapered shaft design using NiTi rotary instruments. Int Endod J 2002; 35: 820-88.
- 16.Smith JJ, Wayman BE. An evaluation of the antimicrobial effectiveness of citric asid as a root canal irrigant. J Endod 1986; 12: 54-58.
- 17.Sim TP, ve ark. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. Int Endod J 2001; 34: 120-132.
- 18.Indira Md, Nandlal B. Comparative evaluation of the effect of cavity disinfectants on the fracture resistance of primary molars restored with indirect composite inlays: an in vitro study. J Indian Soc Pedod Prev Dent 2010; 28: 258-263.
- 19.Vollenweider M, ve ark. Remineralization of human dentin using ultrafine bioactive glass particles. Acta Biomater 2007; 3: 946-953.
- 20.Giuliani V, Nasso LD, Pace R, Pagouino G. Shaping ability of WaveOne Primary files and ProTaper system used in continuous and reciprocating motion. J Endod 2014; 40: 1468-14671.
- 21.Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of profile.04 taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part I. Int Endod J 1997; 30: 1-7.
- 22.Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. Int Endod J 2008; 41: 339-344.
- 23.Gambarini G, Testarelli L, Sannino G. The influence

of three different instrumentation techniques on the incidence of postoperative pain after endodontic treatment. *Ann Stomatol* 2013; 4: 152-155.

**24.**Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod* 2012; 38: 505-509.

**25.**O'connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JCA. Comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod* 2000; 26: 739-743.

**26.**Bier CAS, Shemesh H, Tanomaru-Filho M. The ability of different nickel- titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod* 2009; 35: 236-8.

**27.**Burklein S, Tsotsis P, Schafer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod* 2013;39:501-4.

**28.**Hin ES, Wu M-K, Wesselink PR, Shemesh H. Effects of Self-Adjusting File, Mtwo and ProTaper on the root canal wall. *J Endod* 2013; 39: 262-264.

**29.**25. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M. Smooth flexible versus active tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2002; 35: 820-828.

**30.**Walton RE, Torabinejad M. Principles and Practice of Endodontics, 3rd ed. Philadelphia, PA:WB Saunders, 1996 p: 210

**31.**Versluis A, Messer HH, Pintado MM. Changes in compaction stress distributions in roots resulting from canal preparation. *Int Endod J* 2006; 39: 931-939.

**32.**Singla M, Aggarwal V, Loganı A, Shah N. Comparative evaluation of rotary ProTaper, Profile and conventional stepback technique on reduction in Enterococcus faecalis colony-forming units and vertical root fracture resistance of root canals 2010; 109: 105-110.

**33.**Shen Y, Zhou HM, Zheng YF. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod* 2013; 39: 163-172.

**34.**Rotstein I, Dankner E, Goldman A. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod* 1996; 22: 23-25.

**35.**Arends J, Ten Bosch JJ. Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J Dent Res* 1992; 71: 924-928.

**36.**Cruz-Filho AM, ve ark. Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. *J Endod* 2011; 37: 358-362.

**37.**Arı H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solution on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod* 2004; 30: 792-795.

**38.**De-Deus G, Paciornic S, Mauricio MH. Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. *Int Endod J* 2006; 39: 401-407.

**39.**Sayın TC, Serper A, Cehreli ZC, Otlı HG. The effect of EDTA, EGTA, EDTAC and tetracycline-HCl with and without subsequent NaOCl treatment on the microhardness of root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104: 418-424.

**40.**Souza EM, Calixto AM, Lima CR. Pappen FG, De-Deus G. Similar influence of stabilized alkaline and neutral sodium hypochlorite solutions on the fracture resistance of root canal-treated bovine teeth. *J Endod* 2014; 40: 1600-1603.

**41.**Cullen JK, Wealleans JA, Kirkpatrick TC, Yaccino JM. The effect of 8.25% sodium hypochlorite on dental pulp dissolution and dentin flexural strenght and modulus. *J Endod* 2015; 41: 920-924.

**42.**Aslantas EE, Buzoglu HD, Altundasar E, Serper A. Effect of EDTA, sodium hypochloride and chlorhexidine gluconate with or without surface modifiers on dentin microhardness. *J Endod* 2014; 40: 876-879.

**43.**Arslan H, ve ark. Effect of citric acid irrigation on the fracture resistance of endodontically treated roots, *Eur J Dent* 2014; 8: 74-78.

**44.**Sen BH, Erturk O, Piskın BS. The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108: 622-627.

**45.**Scelza MF, Pierro V, Scelza P, Pereira M. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endod* 2004; 98: 499-503.

**46.**Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 2002; 28: 17-19.

**47.**Uzunoglu E, Aktemur S, Uyanık MO, Durmaz V, Nagas S. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid on root fracture with respect to concentration at different time exposures. *J Endod* 2012; 38: 1110-1113.

**48.**Slutzky-Goldberg I, Maree M, Liberman R, Heling I. Effect of sodium hypochloride on dentin microhardness. *J Endod* 2004; 30: 880-882.

**49.**Marending M, Pague F, Fischer J, Zehnder M. Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. *J Endod* 2007; 33: 1325-1328.

**50.**Mello I, Robazza CR, Antoniazzi JH, Coil J. Influence of different volumes of EDTA for final rinse on smear layer removal. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endod* 2008; 106: 40-43.

**51.**Barutcugil C, Arslan H, Yılmaz B, Yalçın M. Kök kanal tedavisi yapılmış molar dişlerde irrigasyon solüsyonlarının kırılma dirençleri üzerine etkisinin incelenmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Dergisi* 2013; 21: 208-213.