

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL TEDAVİSİNDE KULLANILAN YENİ
EĞE SİSTEMLERİNİN APİKALDEN DEBRİS TAŞIRMA
MİKTARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Havva Kübra ARSLAN

ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç.Dr.İhsan Furkan ERTUĞRUL

DENİZLİ-2024

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**KÖK KANAL TEDAVİSİNDE KULLANILAN YENİ
EĞE SİSTEMLERİNİN APİKALDEN DEBRİS TAŞIRMA
MİKTARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Havva Kübra ARSLAN

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Doç.Dr.İhsan Furkan ERTUĞRUL**

DENİZLİ-2024

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Havva Kübra ARSLAN

TEŐEKKÜR

Uzmanlık eğitimimde tecrübesinden faydalandığım, tez çalışmamda bilgi ve becerisi ile bana yol gösteren, desteğini ve hoşgörüsünü benden esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. İhsan Furkan ERTUĞRUL'a,

Uzmanlık eğitimim süresince, değerli bilgileriyle bana yardımcı olan, deneyimlerini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Samet TOSUN'a,

Birlikte başladığımız uzmanlık eğitiminde, desteğini hep hissettiğim eş kıdemlim Betül'e,

Aynı bölümde olmaktan keyif aldığım, çalışma ortamını keyifli hale getiren değerli asistan arkadaşlarım Akif, Emine, Hayrettin, Mert, Nur Sena, Ceylin, Özge ve Cemile'ye,

Tez çalışmamın istatistiksel analizinde emeği geçen Çetin AKÇA'ya,

Bu günlere gelmemde çok büyük emekleri olan, desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen, sevgilerini her zaman hissettiğim canım annem Nafiye OKUMUŐ, canım babam Őeker OKUMUŐ ve biricik abim Onur OKUMUŐ'a,

Hayatımda olduğu için kendimi şanslı hissettiğim, eğitimim süresinde yaşadığım tüm zorlukları benimle paylaşan ve destek olan değerli eşim Ramazan Serdar ARSLAN'a,

Tez çalışmamı destekleyen Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine,

Teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Amaç: Bu *in-vitro* çalışmanın amacı; kök kanal şekillendirmesinde kullanılan One Recı, Revo-s Plus, Protaper Gold, Protaper Ultimate kanal eğelerinin apikalden taşan debris miktarlarına etkisini değerlendirmektir.

Yöntem: Çalışmamızda Schneider yöntemine göre 20-45° eğrilik derecesine sahip 80 adet alt çene birinci büyükazı dişlerinin mezyal kökleri kullanıldı. One Recı, Revo-S Plus, Protaper Gold, Protaper Ultimate eğeleri kullanılarak dört deney grubu oluşturuldu (n=20). Deney düzeneğinde taşan debrisleri toplamak için eppendorf tüpleri kullanıldı. İşlem öncesi eppendorf tüpleri hassas terazide tartılıp boş ağırlıkları hesaplandı. Serum infüzyon seti kullanılarak distile su ile irrigasyon yapıldı. Deney sonrası net ağırlığı ölçmek için eppendorf tüpleri inkübatörde 37° derece sıcaklıkta 14 gün süre bekletildi. İşlem sonrası eppendorf tüpleri hassas terazide tekrar ölçüldü. Dişlerde kullanılan eğelere göre debris taşıma miktarlarının farklarının karşılaştırılmasında *Kruskal Wallis H testi* kullanıldı. Tüm çalışmada anlamlılık düzeyleri $p<0,05$ dikkate alınarak gerçekleştirildi.

Bulgular: Gruplara göre debris taşıma miktarları ortalamaları arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). İstatiksel olarak farklılık görülme de, PG ve PTUltimate kullanılan gruplarda debris taşıma miktarlarının, diğer eğelere göre daha düşük olduğu söylenebilir.

Sonuç: Çalışmada kullanılan tüm eğe sistemleri apikalden debris taşkınlığına sebep olmuştur.

Anahtar Kelimeler: One Recı, Revo-s Plus, Protaper Gold, Protaper Ultimate, Apikal Ekstrüzyon

ABSTRACT

Purpose: The aim of this *in-vitro* study is to evaluate the effect of One Reci, Revo-s Plus, Protaper Gold, and Protaper Ultimate canal instruments on apical extrusion of debris during root canal shaping.

Method: Eighty mandibular first molars with mesial roots having curvature degrees of 20-45° according to the Schneider method were utilized in our study. Four experimental groups (n=20) were created using One Reci, Revo-s Plus, Protaper Gold, and Protaper Ultimate instruments. Eppendorf tubes were employed in the experimental setup to collect extruded debris. Before the procedure, the empty weight of eppendorf tubes was measured on a precision balance. Distilled water irrigation was performed using a serum infusion set. After the experiment, the eppendorf tubes were placed in an incubator at 37°C for 14 days to measure the net weight. Post-procedure, the eppendorf tubes were re-weighed on a precision balance. Kruskal-Wallis H test was used to compare the differences in debris extrusion amounts among the instruments used on the teeth. A significance level of $p < 0.05$ was considered throughout the study.

Results: There was no significant difference observed in mean apical extrusion amounts among the groups ($p > 0.05$). Although not statistically significant, it can be noted that groups using PG and PTUltimate instruments exhibited lower debris extrusion amounts compared to the other instruments.

Conclusion: All instrument systems used in the study resulted in apical debris extrusion.

Keywords: One Reci, Revo-s Plus, Protaper Gold, Protaper Ultimate, Apical Extrusion

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
İÇİNDEKİLER	III
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
TABLolar DİZİNİ	VI
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Kemomekanik Hazırlık	2
2.2. Kök Kanal Şekillendirmesi	2
2.2.1. Döner Nikel Titanyum Kök Kanal Eğeleri	3
2.2.2. Niti Kök Kanal Eğelerinin Kinematikleri	4
2.3. Çalışmamızda Kullanılacak Eğeler	6
2.3.1. One Recı	6
2.3.2. Revo s Plus:	7
2.3.3. Protaper Gold	8
2.3.4. Protaper Ultimate	9
2.4. Periapikal Dokulardaki Hastalıkların Mikrobiyolojisi	10
2.4.1. Kök Kanalı Enfeksiyon Yolları	10
2.4.2. Mikrobiyal Patojenite ve Virülans faktörlerin Mekanizmaları	11
2.4.3. Apikal Periodontitis	11
2.4.4. Endodontik Mikrobiyatanın Çeşitliliği	11
2.4.5. İntraradiküler Enfeksiyon	12
2.4.6. Ekstraradiküler Enfeksiyon	12
2.5. Endodontik Tedavilerde Debrisin Oluşumu ve İçeriği	13
2.6. Debris Çıkışı ve İmmün Yanıt	13
2.7. Kök Kanallarının Kemomekanik Preparasyonunun Debris Çıkışına Etkisi	14
2.7.1. Kök Eğriliğinin Debris Çıkışına Etkisi	14
2.7.2. Çalışma Boyunun Debris Çıkışına Etkisi	14
2.7.3. Apikal Çapın Debris Çıkışına Etkisi	15
2.7.4. Rehber Yolu ve Preflaring Prosedürlerinin Debris Çıkışına Etkisi	15
2.7.5. Enstrümantasyon Teknikleri ve Sistemlerinin Debris Çıkışına Etkisi	16
	III

2.7.6. İrrigasyon Prosedürlerinin Debris Çıkışına Etkisi	17
2.8. Akut Alevlenme Olgusu ve Tedavisi	18
2.8.1. Akut Alevlenme Oluşturan Etmenler	18
2.8.2. Akut Alevlenmede Uygulanması Önerilen Tedavi Protokolleri	18
3.GEREÇ VE YÖNTEM	20
3.1. Dişlerin Seçim Kriterleri ve Hazırlık Aşaması	20
3.2. Deney Düzeneklerinin Hazırlanması	22
3.3. İrrigasyon Prosedürleri	24
3.4. Kök Kanalların Şekillendirilmesi	25
3.5. Taşan Debris Ağırlığının Belirlenmesi	29
3.6. İstatistiksel Analiz	30
4. SONUÇLAR	31
4.1. Dişlerde Kullanılan Eğelere Göre Debris Taşıma Miktarlarının Karşılaştırılması	31
5. TARTIŞMA	33
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR	43
EKLER	
Ek 1. Etik Kurul Onay Belgesi	
Ek 2. Özgeçmiş	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. One Recı eğesinin değişken merkezli S şekline dönen kesiti	6
Şekil 2.2. A.Asimetrik eksen,Kanal eksenini 3 farklı yarıçap üzerinde bulunan 3 kesme kenarına sahiptir: R1,R2,R3. B.Simetrik eksen	7
Şekil 2.3. ProTaper Gold'un dışbükey üçgen kesiti ve aşamalı konikliği, eğe bıçağı ve dentin arasındaki dönme sürtünmesini azaltırken kesme hareketini artırır	8
Şekil 2.4. ProTaper Ultimate eğelerinin paralelkenar kesiti	9
Şekil 3.1. Alt çene birinci azı dişlerinin mezyal kökleri	20
Şekil 3.2. Schneider yöntemine göre kök kanal eğriliği hesabı	21
Şekil 3.3. Dişlerden alınan radyografiler	21
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan eppendorf tüplerinin numaralandırılmış örnekleri	22
Şekil 3.5. Ölçüm için kullanılan hassas terazi	23
Şekil 3.6. A. Deney düzeneği B. Alüminyum folyo ile kaplanmış düzenek	24
Şekil 3.7. Serum infüzyon pompası	25
Şekil 3.8. Red Ai Motor	26
Şekil 3.9. One Recı eğeleri	26
Şekil 3.10. Revo-S Plus eğeleri	27
Şekil 3.11. Protaper Gold eğeleri	28
Şekil 3.12. Protaper Ultimate eğeleri	28
Şekil 3.13 İnkübatör cihazı ve eppendorf tüpleri	29
Şekil 3.14. Eppendorf tüpünde biriken debrisler	29
Şekil 4.1. Dişlerde kullanılan eğelere göre debris taşıırma miktarları arasındaki farklar	32

TABLolar DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. One Reçi eğelerinin özellikleri	6
Tablo 2.2. Revo-S Plus sisteminin eğeleri	7
Tablo 2.3. Protaper Gold sisteminin şekillendirme eğeleri	8
Tablo 2.4. Protaper Gold sisteminin bitirme eğeleri	9
Tablo 2.5. Protaper Ultimate sisteminin şekillendirme eğeleri	10
Tablo 2.6. Protaper Ultimate sisteminin bitirme eğeleri	10
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan eğeler ve irrigasyon prosedürleri	25
Tablo 4.1. Dişlerde Kullanılan Eğelere Göre Debris Taşırma Miktarları Arasındaki Farkların İncelenmesi	31

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- °C:** Santigrat Derece
%: Yüzde
Ark: Arkadaşları
Dk: Dakika
Mm: Milimetre
Ml: Mililitre
NaOCl: Sodyum hipoklorit
NiTi: Nikel Titantum
N/cm: Newton santimetre
NSAI: Non steroidal antiinflamatuvar ilaç
OC: One Curve
OR: One Reçi
P: İstatiksel anlamlılık
PÇ: Paslanmaz çelik
PG: Protaper Gold
PT: Protaper
PTN: Protaper Next
PTU: Protaper Universal
PTUltimate: Protaper ultimate
Rpm: Dakikadaki tur sayısı
SPSS: Statistical Package for Social Sciences
SY: Saat yönünde
SYT: Saat yönü tersi
WO: Wave One
WOG: Wave One Gold
V: Variable

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisindeki amaç, kanal içindeki mikroorganizmalar ve yan ürünlerinin, doku artıklarının uzaklaştırılması; kök kanalının şekillendirilmesi ve dezenfekte edilerek sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır.¹ Bu prosedür sırasında dentin parçacıkları, nekrotik pulpa dokusu, bakteri ve yıkama solüsyonları periapikal dokulara taşabilir.²

Apikalden debris taşıma konusu, biyolojik etkisinin yanı sıra klinik sonuçları nedeniyle bilim camiasında özel bir ilgi uyandırmıştır.³ Apikalden debris taşıması inflamasyona, postoperatif ağrıya ve periapikal iyileşmede gecikmeye neden olabilir.⁴

Birçok çalışma, apikalden taşan debris miktarının kinematik harekete, enine kesite, eğe sayısına ve eğenin birden fazla kullanılmasına göre kesme verimliliğine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir.^{5,6}

Enstrümantasyon tekniği ve kullanılan enstrümanların tipi, taşan debris miktarını etkileyebilir. Literatür, manuel eğelere kıyasla döner nikel titanyum (NiTi) eğelerin şekillendirmede apikalden daha az debris taşırdığını bildirmiştir.⁷

Kanal tedavisinde şekillendirme için döner NiTi eğeler tercih edilmektedir. Döner NiTi eğelerdeki teknolojik gelişmeler, orijinal kanal şeklini önemli ölçüde koruyan, daha az iyatrojenik hataya sebep veren, daha kolay ve hızlı teknikler sağlamıştır. Farklı tasarım özelliklerine ve kinematiklere sahip bu yeni NiTi sistemleri kullanılarak apikalden taşan debrisin araştırılması, farklılıkların taşan debris miktarını nasıl etkilediğini anlamak için önemlidir.⁸

Bu *in vitro* çalışmanın amacı; One Recı, Revo-s Plus, Protaper Gold, Protaper Ultimate kanal eğelerinin kök kanal tedavisi sırasında apikalden debris taşıma miktarlarına etkisini değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kemomekanik Hazırlık

Kök kanal tedavisinin kemomekanik hazırlığı, tedavinin başarısı için en kritik faktörlerden biridir. Kemomekanik hazırlık sadece kanal şekillendirmeyi değil, kök kanal sisteminde optimum dezenfeksiyon sağlamak için kanal içi yıkama solüsyonlarının kullanımını da içerir.² Kemomekanik hazırlık sırasında kullanılan endodontik eğeler ve solüsyonlar, kök kanal sistemindeki mikroorganizmaları ve yan ürünlerini içeren organik ve inorganik dokuları yok etmek için kullanılır.⁹ Kök kanalı hazırlama prosedürleri sırasında, solüsyonlar ve kök kanallarındaki döküntüler periapikal dokulara itilebilir ve şiddetli ağrıya neden olabilir.²

2.2 Kök Kanal Şekillendirmesi

Kök kanalını şekillendirmenin iki bir amacı vardır: kanalı, pulpa dokusu, etkilenmiş dentin, bakteri ve bakteri toksinlerinden etkili bir şekilde temizlemek ve şekillendirme sonrası belirli bir kök kanal doldurma yöntemi ile tıkamaktır.¹⁰ Şekillendirme işlemi için bir dizi farklı teknik geliştirilmiştir ve çeşitli uygulama alanlarına sahiptirler.¹¹ Bu tekniklerin bazıları şunlardır:

El eğeleri ile şekillendirme: Geleneksel olarak kullanılan bir yöntemdir ve manuel olarak dentin şekillendirme işlemini gerçekleştirir. Bu yöntem, deneyim gerektirir ve zaman alabilir ancak bazı durumlarda hassas şekillendirme gerektiren vakalarda tercih edilebilir.

Döner sistemlerle kök kanal şekillendirme: Döner aletler, elektrik veya hava tahrikli olabilir ve dönme hareketi ile kök kanalını şekillendirirler. Bu yöntem, daha hızlı ve daha etkili bir şekillendirme sağlayabilir.

Sonik ve ultrasonikler ile şekillendirme: Sonik veya ultrasonik aletler, titreşim veya ultrasonik dalga kullanarak dentin şekillendirme işlemini gerçekleştirir. Bu teknikler genellikle daha fazla kontrol ve hassasiyet sağlar.

Lazer sistemlerinin kullanımı: Lazerler, dentin üzerinde etkili şekillendirme sağlayabilir ve aynı zamanda dezenfeksiyon özellikleriyle de avantaj sağlayabilir. Ancak, lazer teknolojisinin maliyeti ve karmaşıklığı bazı uygulayıcılar için sınırlayıcı olabilir.

Enstrüman kullanılmayan teknikler (Non-instrumental teknik): Bu teknikler, özellikle kök kanalı içindeki materyalin kimyasal olarak çıkarılması veya şekillendirilmesi yoluyla işlemi gerçekleştirir. Örneğin, kimyasal ajanlar veya diğer fiziksel yöntemler kullanılabilir.

Her bir teknik, belirli avantajlara ve dezavantajlara sahiptir ve diş hekimi, hasta durumuna ve tercihlere bağlı olarak en uygun yöntemi seçmelidir.

2.2.1. Döner Nikel Titanyum Kök Kanal Eğeleri

Nikel titanyum (NiTi) alaşımlı aletlerin dentini kesme yeteneğinin kısıtlı olması, bu aletlerin etkinliğini ve kullanımını sınırlayabilir. Bu zorluğun üstesinden gelmek için, üretici firmalar daha gelişmiş özelliklere sahip kanal aletleri geliştirmeye yönelmişlerdir. Bu gelişmeler, daha fazla esneklik, kesme etkinliği ve torsiyonel direnç gibi özelliklerin yanı sıra diğer avantajları da beraberinde getirmiştir. Bu şekilde, diş hekimleri daha etkili ve verimli bir şekilde işlerini yapabilirler, hastalarına daha iyi tedavi seçenekleri sunabilirler. Bu yenilikçi yaklaşımlar, diş hekimliği alanında sürekli olarak ilerlemeyi sağlayarak hem sağlık sağlayıcılarının hem de hastaların deneyimini iyileştirmeye yardımcı olmaktadır.

Nitinol 1959'da William J. tarafından keşfedildi. Buehler, ABD'de metalurji uzmanı Deniz Yönetmeliği Laboratuvarı, %55 Nikel'in %45 Titanyum ile kaynaşması yoluyla, başlangıçta deniz ve askeri alanlarda tek kullanımını gören, ancak daha sonra, ileri görüşlü bir şekilde, özellikle ortodonti ve endodontide olmak üzere, süper elastikiyet ve şekil hafızasının kendine özgü özelliklerine sahip bir alaşımın üretilmesine yol açtı. ^{12,13}

NiTi alaşımının arkasındaki başarı, NiTi alaşımının biyouyumluluk ¹⁴, korozyon direnci ¹⁵, şekil hafıza etkisi ve süper elastikiyet gibi özellikleridir. Son iki özellik, NiTi döner cihazların mekanik davranışını belirlemede kilit bir role sahiptir. İlki, şekil hafızası etkisi, NiTi cihazlarının belirli bir formu "hafızalmasına" ve iki kristalografik faz arasındaki faz geçişi sayesinde ısıtarak orijinal formuna geri dönmesine olanak tanır (Belirli bir kritik sıcaklığın altında kararlı olan kristalin bir faz (martensitik faz olarak adlandırılır) ve bu kritik sıcaklığın üzerinde stabil olan bir östenitik faz). İkincisi, süper elastikiyet, mekanik olarak yüklendiğinde, Strese Bağlı Martensit adı verilen stres kaynaklı bir fazın oluşturulmasıyla NiTi alaşımının çok

yüksek gerilmelere (%8'e kadar) geri dönüşümlü olarak deforme olmasını sağlar. Ancak, yük kaldırıldığında, yeni strese bağlı martensit kararsız hale gelir ve NiTi orijinal şeklini geri kazanır.¹⁶

NiTi döner aletlerin endodontide kullanılması, kök kanal tedavisi için bazı avantajlar getirmiştir.¹⁷

-Manuel paslanmaz çelik (PÇ) eğelerin kullanımı daha uzun çalışma süreleri gerektirir. Bunun yerine, NiTi döner aletlerin artan kesme verimliliği ve artan konik aletlerin kullanımı, klinisyenlerin bu endodontik tedavi parametrelerini iyileştirmelerine olanak tanır.¹⁸

- Döner aletlerin manuel olanlardan daha iyi mekanik özellikleri sayesinde, kök kanallarını orijinal anatomilerini değiştirmeden orijinal yörüngelerine göre şekillendirmek mümkündür.¹⁹

-NiTi alaşımının süper elastikiyeti, bükme veya döngüsel yorgunluk nedeniyle aşırı kırılma riski olmadan artan bir konikliğe sahip endodontik aletlerin kullanılmasını sağlar, kök kanal şekillendirme ve dolayısıyla kök kanal doldurma sürecini kanıtlar.²⁰

Tüm bu nedenlerden dolayı, NiTi döner cihazlarla gerçekleştirilen endodontik tedavilerin başarı oranları, PÇ manuel aletlerle yapılanlardan önemli ölçüde daha yüksektir.²¹

2.2.2. Niti Kök Kanal Eğelerinin Kinematikleri

NiTi cihazlarının piyasaya sürülmesi, mekanik kök kanalı hazırlama sürecini önemli ölçüde geliştirmiştir. Bu gelişmeler, çalışma süresinde belirgin bir azalma ve uygulayıcı üzerinde daha az stresle sonuçlanmıştır. Ayrıca, kök kanalı hazırlama sürecini daha öngörülebilir hale getirmiştir. NiTi eğelerini tahrik eden elektrik motorları ve redüksiyon contra-angle el kısımları kullanılarak tam dönüşte (360°) kök kanalı hazırlanması sağlanır. Ancak, endodontik aletlerin kırılma riskini en aza indirmek için yeni mekanize teknikler önerilmiştir. Bu tekniklerden biri, resiprokal harekettir. Bu teknik, NiTi eğelerini tahrik eden elektrik motorları ve contra-angle el kısımları kullanır, ancak dönme açıları saat yönünün tersine ve saat yönünde asimetric olarak gerçekleşir.²²

2.2.2.1. Resiprokal Hareketler

Devamlı rotasyonda eğe üzerine gelen stresi azaltmak için resiprokasyon hareketi geliştirilmiştir. Resiprokasyon, farklı eğe sistemlerinde farklı açılarda ve yönde (saat yönü tersi veya saat yönü) gerçekleşir. Rotasyon açıları saat yönü tersinde 120 derece ile 270 derece arasındayken, saat yönünde 60 derece ile 90 derece arasındadır. Bu hareket kinematiğiyle endodontik tedavide kanal preperasyonunda bir dizi döner enstrüman kullanımı yerine tek eğe düşüncesi gelişmiştir.²³ Tek eğe prensibiyle çalışan resiprokasyon yapan eğeler kanal içinde gagalama (pecking-motion) hareketiyle kullanılır. Döner enstrüman kanalda ilk kullanımda kural kısmında ileri-geri hareket ederek çalıştırılır. Ardından bu pecking-motion hareketi eğe orta ve apikal kısımlara ulaştırılacak şekilde genişletilerek kullanılır. Resiprokasyon hareket prensibiyle çalışan ve tek enstrüman içeren sistemlere örnek olarak Resipro (VDW, Münih, Almanya) ve WaveOne (WO; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) verilebilir. Bu iki sistem de sentrik resiprokasyon yapar; saat yönü tersinde (SYT) rotasyona başlar, WaveOne 170 derece ile, Recipro 150 derece ile, kesme işlemini saat yönü tersinde gerçekleştirir. Dentinde oluşan vidalanma (screw-in) etkisini azaltmak için saat yönünde (SY) WaveOne 50 derece, Recipro 30 derece, dönüş yapar. Bu dönüş sırasında dentinde kesme oluşmaz. Çoğu eğe sistemi saat yönü tersinde keser, örneğin Recipro, Resipro Blue (VDW, Münih, Almanya), WaveOne, WaveOne Gold (WOG; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), ProDesign (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brezilya). Bazı sistemler saat yönünde kesme yapar, örneğin Genius (Ultradent, South Jordan, UT, Amerika), ProDesign S (Easy). Resiprokasyon hareketi eğede daha düşük germe ve basma stresi oluşturduğu için yorgunluk direncini artırır.^{24,25}

2.2.2.2. Rotasyonel Hareketler

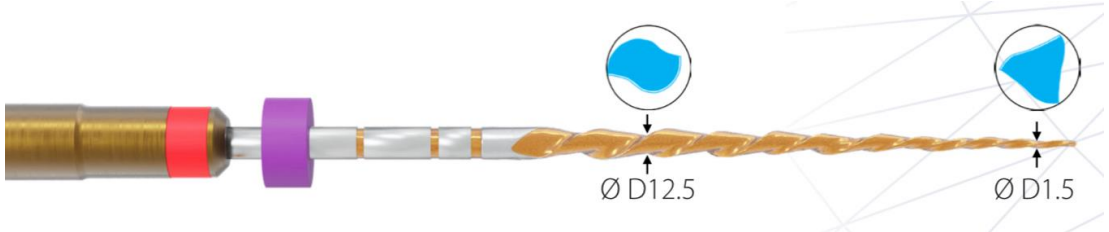
1980'lerin sonlarında tanıtılan merkezli döner hareket, bugün piyasadaki mekanik hazırlama sistemlerinin çoğu tarafından hala kullanılmaktadır. Bu sistemde NiTi eğe kanal içinde tam tur (360°) dönerek çalışır. Bu hareket ile diğer kinematiklere göre enstrüman üzerinde maksimum stres oluşur. Devamlı rotasyon yapan eğe sistemleri de sentrik ve eksentrik olarak iki farklı gruba ayrılır.²² Eksentrik devamlı rotasyonda devamlı rotasyon yapan eğeler yapısal morfolojileri gereği kanal içinde asimetrik yani eksentrik hareket gerçekleştirirler. Twisted File (Sybron Dental Specialties, Orange, CA, Amerika), Protaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues,

İsviçre) ve XP-endo Shaper (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) eğe sistemleri eksentrik rotasyona örnektir. Bu hareket sırasında döner enstrüman kanalda yılanvari bir salınma hareketi yapar. Bu hareketle özellikle oval veya düzensiz kesite sahip kanal morfolojilerinde efektif temizleme yapması ve dokunulmayan kanal duvarları alanının azaltılması amaçlanmıştır.²⁶

2.3. Çalışmamızda Kullanılacak Eğeler

2.3.1. One Recı

One Recı (OR, MicroMega, Besançon, Fransa) yakın zamanda piyasaya sürülen yeni resiprokal eğe sistemidir. Esneklik ve merkezleme yeteneğini artırmayı amaçlayan bir ısıl işlem (C-wire) ile öne çıkmaktadır. Değişken merkezli S şekline dönen kesiti ve derin yivleri debrisin koronale hareketine izin vermektedir (şekil 2.1). Enstrüman, spesifik açılarla 170 derece saat SYT, 60 derece SY karşılık vermek için tasarlanmıştır ve SYT hareketi kesme eylemi oluşturur. 20.04, 25.04, 25.06, 35.04 ve 45.04 olmak üzere 5 farklı boyutta eğe bulunur (Tablo 2.1).



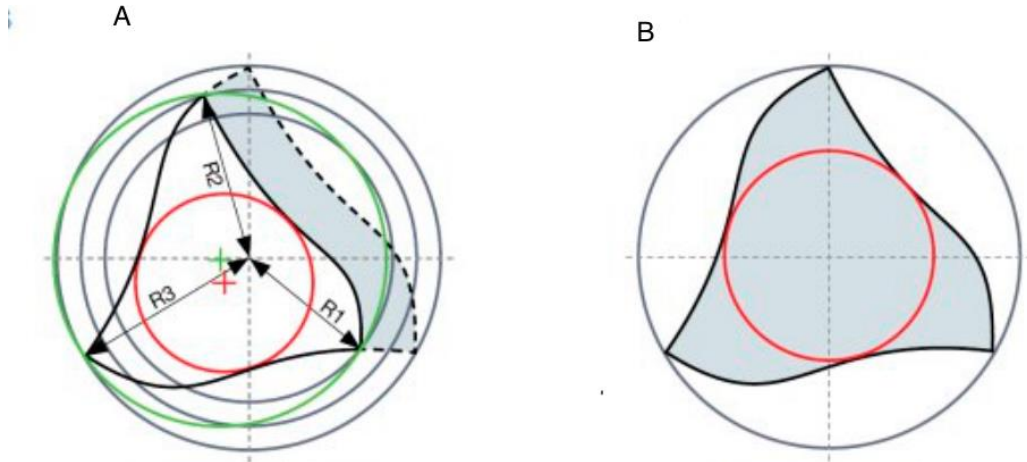
Şekil 2.1. One Recı eğesinin değişken merkezli S şekline dönen kesiti (<https://micro-mega.com/channel/ready-to-explore-opposite-directions-with-micromega-one-recı/?lang=en>)

Tablo 2.1. One Recı eğelerinin özellikleri

One Recı Eğeleri	Koniklik Açısı	Uzunluk(mm)	Saat yönü/ saat yönü tersi
20. 04	4%	21-25-31	170 ⁰ - 60 ⁰
25 .04	4%	21-25-31	170 ⁰ - 60 ⁰
25 .06	6%	21-25-31	170 ⁰ - 60 ⁰
35 .04	4%	21-25-31	170 ⁰ - 60 ⁰
45 .04	4%	21-25-31	170 ⁰ - 60 ⁰

2.3.2. Revo s Plus:

Revo-S (Micro-Mega, Besançon, Fransa) NiTi alaşımdan üretilen asimetrik eğe kesidi sayesinde daha az stres barındıran, daha elastik ve daha çok debris kaldıran yeni bir eğe sistemidir (şekil 2.2). Diş hekimlerine sadece 3 eğe kullanarak kanal tedavisi yapma olanağı sunmaktadır. İlk iki eğe kök kanalı temizleme ve şekillendirme eğeleri ve 3. eğe kök kanalı bitirme eğesidir. Üçüncü eğe ilk iki eğe sonrasında kök kanalının rekapatülasyonunu sağlar. Üç eğenin de numaraları standart 25 numaradır. İlk eğe olan SC1 25/.06 21mm olup çalışma boyunun 2/3'ünde çalışılmaktadır. İkinci eğe, SC2 25/.06 25 mm dir ve çalışma boyunda kullanılır. Üçüncü eğe, SU 25/.06 25 mm olup çalışma boyunda kullanılır ve çoğu vakada yeterli genişletmeyi sağlamaktadır (Tablo 2.2). Sistemde ek olarak 30/.06, 35/.06 ve 40/.06 nolu kullanımı opsiyonel olan eğeler de mevcuttur.



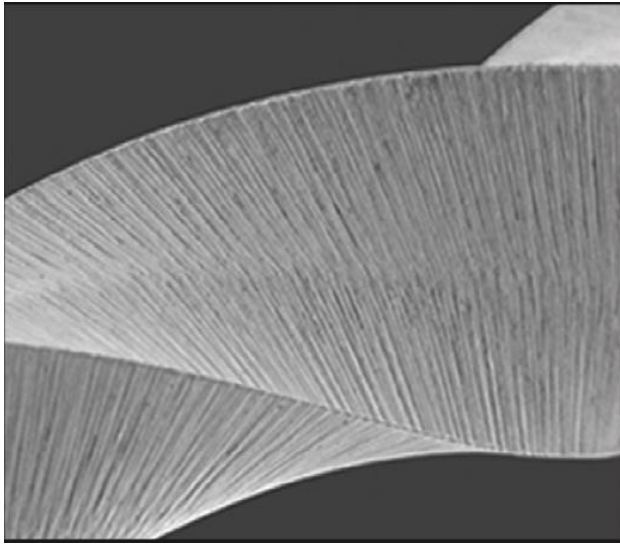
Şekil 2.2. A. Asimetrik eksen, Kanal eksenini 3 farklı yarıçap üzerinde bulunan 3 kesme kenarına sahiptir: R1, R2, R3. B. Simetrik eksen (<https://pdf.medicaexpo.com/pdf/micro-mega/revo-s/73278-118629-5.html>)

Tablo 2.2. Revo-S Plus sisteminin eğeleri

Revo s plus eğeleri	SC1	SC2	SU
Apikal çap(mm)	0,25	0,25	0,25
Koniklik açısı	6%	4%	6%
Uzunluk(mm)	21	21-25-29	21-25-29
Önerilen tork değeri	2 N/cm	2 N/cm	2 N/cm

2.3.3. Protaper Gold

ProTaper Gold (PG; Dentsply, Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD) tescilli gelişmiş metalurji ile geliştirilmiştir. Kesme verimliliğini ve güvenliğini artırdığını iddia eden aşamalı olarak konik bir tasarıma sahiptir. PG döner eğeler, ProTaper Universal (PU) (PU; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile aynı geometrilere sahiptir. PG sistemi, ısıtım işlem teknolojisi ile metalurjik olarak geliştirilmiştir.²⁷ PG eğeleri dışbükey üçgen kesitli ve aşamalı koniklik sergiler (şekil 2.3.). PG eğeleri sekiz boyutta mevcuttur: SX (19/04v), S1 (18/04v), S2 (20/04v), F1 (20/07v), F2 (25/08v), F3 (30/09v), F4 (40/06v), ve F5 (50/05v) (Tablo 2.3.).



Şekil 2.3. ProTaper Gold'un dışbükey üçgen kesiti ve aşamalı konikliği, ege bıçağı ve dentin arasındaki dönme sürtünmesini azaltırken kesme hareketini artırır.²⁸

Tablo 2.3. Protaper Gold sisteminin şekillendirme eğeleri

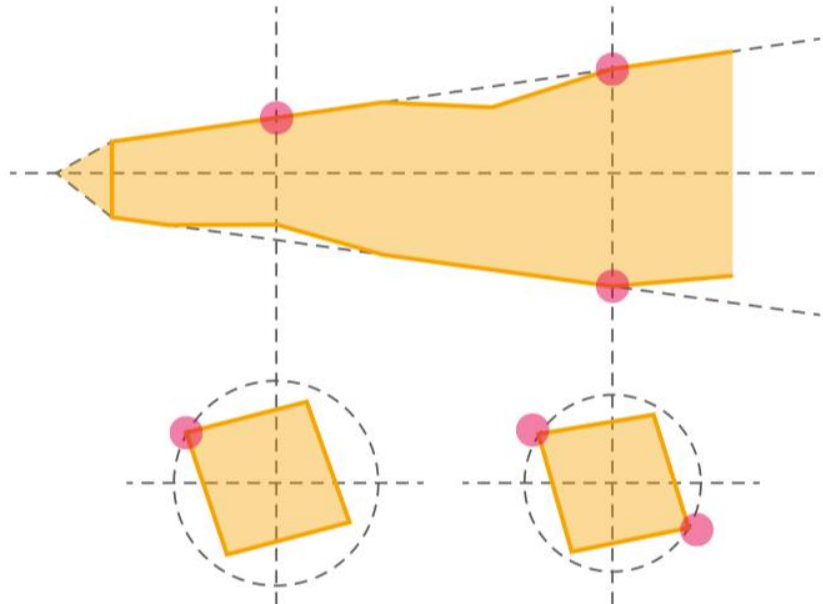
Protaper Gold şekillendirme eğeleri	SX	S1	S2
Apikal çap	0,19	0,18	0,2
Koniklik açısı	4% v	2% v	4% v
Uzunluk(mm)	19	21-25-29	21-25-29
Önerilen tork değeri	5.1 N/cm	5.1 N/cm	1.5 N/cm

Tablo 2.4. Protaper Gold sisteminin bitirme eğeleri

Protaper Gold bitirme eğeleri	F1	F2	F3	F4	F5
Apikal çap	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
Koniklik açısı	7%v	8%v	9%v	6%v	5%v
Uzunluk(mm)	21-25-29	21-25-29	21-25-29	21-25-29	21-25-29
Önerilen tork değeri	1.5 N/cm	3.1 N/cm	3.1 N/cm	3.1 N/cm	3.1 N/cm

2.3.4. Protaper Ultimate

Yeni Protaper (PT) Ultimate döner sistemi (Dentsply Sirona Endodonti), PT ailesinin en yeni neslidir. Esneklik ve güç arasında bir denge sağlamayı amaçlayan farklı mekanik davranışlara sahip, belirli ısıtma işlem teknolojisi tarafından indüklenen farklı kristalografik düzenlemelerden yararlanan ilk sistemlerden biridir (Şekil 2.4.). Üretici firmaya göre, bu sistemi oluşturan 8 farklı eğe (Slider [16/.02v], SX [20/.03v], Shaper [20/.04v], F1 [20/.07v], F2 [25/.08v], F3 [30/.09v], FX [35/.12v] ve FXL [50/.10v]) vardır (Tablo 2.5.). Aynı alaşımdan üretilmiş bu 8 farklı eğe tiplerine göre 3 farklı ısıtma işleminden geçirilmiştir. Bunlar; M-wire (Slider), Gold-wire (SX, Shaper, F1, F2, F3) ve Blue-wire (FX ve FXL) ısıtma teknolojileridir.



Şekil 2.4. ProTaper Ultimate eğelerinin paralelkenar kesiti. Değişken keskin açılar eğenin farklı uzunluklarında uygulanır (https://www.dentsplysironachile.cl/catalogos/ProTaper_Ultimate.pdf)

Tablo 2.5. Protaper Ultimate sisteminin şekillendirme eğeleri

Protaper Ultimate eğeleri	Slide	Shaper	SX
Apikal çap	0,16	0,2	0.2
Koniklik açısı	2% v	4% v	3% v
Uzunluk(mm)	21-25-31	21-25-31	19
Önerilen tork değeri	4-5.2 N/cm	4-5.2 N/cm	4-5.2 N/cm

Tablo 2.6. Protaper Ultimate sisteminin bitirme eğeleri

Protaper Ultimate eğeleri	F1	F2	F3	FX	F5
Apikal çap	0,2	0,25	0,3	0,35	0,5
Koniklik açısı	7% v	8% v	9% v	1.2%	1% v
Uzunluk(mm)	21-25-31	21-25-31	21-25-31	21-25-31	21-25-31
Önerilen tork değeri	4-5.2 N/cm	4-5.2 N/cm	4-5.2 N/cm	4-5.2 N/cm	4-5.2 N/cm

2.4. Periapikal Dokulardaki Hastalıkların Mikrobiyolojisi

2.4.1. Kök Kanalı Enfeksiyon Yolları

Normal şartlar altında, pulpa-dentin yapısı sterildir ve üzeri mine ve sement ile örtülü olduğu için oral mikrobiyotadan izoledir. Bu katmanların bütünlüğünün bozulması yada dişin gelişim safhasında oluşmaması durumunda pulpa- dentin yapısı ağız ortamına açık hale gelir. Çürük, travma, restoratif prosedürler, atrizyon ve abrazyon sonucu dentin tübülleri açığa çıkabilir. Dentinin tübüler yapısı ve geçirgenliği sebebiyle enfektif hale gelebilir.²⁹ Pulpanın doğrudan ağız ortamına açılması endodontik enfeksiyonun en bilinen yoludur. Pulpaya bakterilerin ulaşmasında diğer bir yol anakorezistir.³⁰ Bakterilerin kan veya lenf yoluyla bölgeye girerek enfeksiyon oluşturabildikleri iddia edilmiş olsa da hala kanıtlanmamış bir teoridir.³¹ Diş pulpasının nekrotik olması, dişteki kırık ve çatlaklar, dişin endodontik tedavi görüyor olması diğer enfekte edici sebepler olarak sayılabilir.

2.4.2. Mikrobiyal Patojenite ve Virülans faktörlerin Mekanizmaları

Patojenite, bir mikroorganizmanın hastalığa neden olma yeteneği, bir mikroorganizmanın patojenite derecesi ise virülans olarak adlandırılır. Salgılanan mikrobiyal ürünler, hücrenin yapısal bileşenleri ve patojeniteye katkı sağlayan oluşumlar virülans faktörleri olarak kabul edilir. Patojeniteyi arttıran bir diğer faktör ise bakterilerin biofilm oluşturma kabiliyetleridir. Bazı mikroorganizmalar belirli bir konakta rutin olarak hastalığa neden olursa buna primer patojen denir. Konak savunması zayıfladığında hastalığa neden olursa fırsatçı patojen olarak adlandırılır. Endodontik enfeksiyonlara katılan bakterilerin çoğu, konak-bakteri ilişki dengesindeki değişikliklerden yararlanarak fırsatçı patojenler haline gelen mikroorganizmalardır. Elde edilen kanıtlar, çürük ve periodontal hastalıklar gibi apikal periodontitisin de biyofilmle ilişkili bir hastalık olduğunu göstermektedir. Ana kök kanalında her ne kadar sıvı fazda asılı kalmış ve nekrotik pulpa dokusuyla iç içe geçmiş planktonik hücreleri gözlemlense de, kök kanal sistemini istila eden bakterilerin çoğu dentin duvarına yapışık biyofilmlerin içinde büyür.^{32,33}

2.4.3. Apikal Periodontitis

Apikal periodontitis temel olarak kök kanal sistemi enfeksiyonunun neden olduğu mikrobiyal kaynaklı iltihabi bir hastalıktır.³⁴ Çeşitli kimyasal ve fiziksel faktörler periradiküler iltihabı başlatabilmesine rağmen, apikal periodontitisin farklı formlarının ilerlemesi ve varlığını sürdürebilmesi için endodontik enfeksiyonun gerekli olduğunu gösteren çalışmalar vardır.^{35,36} Endodontik enfeksiyon çürük, travma, periodontal hastalık veya invaziv cerrahi prosedürler nedeniyle gelişen pulpa nekrozu ya da tedavi amaçlı pulpanın çıkarılmasının bir sonucu olarak konak savunmasından yoksun kalan kök kanallarından gelişmektedir. Apikal periodontitise sebep olan bakteriler öncelikle kök kanal sistemini istila eden biyofilmler içinde yapılanmaya başlar. Bakteriyal biyofilmlerin apikal periodontitis ile ilişkisi hakkındaki en güçlü kanıt Ricucci ve Siqueira tarafından yapılan histobakteriyolojik çalışmadan gelmiştir.³² Bu çalışmaya göre apikal periodontitis görülen dişlerin %80'inin apikal kısmında intraradiküler biyofilm görülmüştür. Biyofilmlerin altında kalan dentin kanallarında genellikle biyofilmin alt kısmında olan bakteriler görülmüştür.

2.4.4. Endodontik Mikrobiyatanın Çeşitliliği

Mikrobiyota bir bölgedeki tüm mikroorganizmalar anlamında kullanılan bir terimdir. Çeşitlilik, belirli bir ekosistemde mevcut olan farklı türlerin sayısını ve

bunlarını görece olarak bolluğunu ifade eder. Ağız boşluğu insan vücudunda en fazla mikroorganizma bulunan yerlerden biridir. Virüsler, arkeler, mantarlar, protozoalar ağız mikrobiyotasının bileşeni olsa da en baskın olanı bakterilerdir. Endodontik enfeksiyonlar, önceden steril ve normal mikrobiyata içermeyen bir alanda gelişir. Bulunan her bir türün endodontik patojen olma veya endodontik mikrobiyal topluluğun ekolojisinde olma potansiyeli vardır.

2.4.5. İntraradiküler Enfeksiyon

Primer intraradiküler enfeksiyonlar, tedavi edilmemiş dişlerin nekrotik pulpa dokusunda gelişir ve genellikle primer apikal periodontitise neden olur. Bu enfeksiyonlar, anaerobik bakterilerin belirgin bir şekilde baskın olduğu ve genellikle karışık bir toplulukla karakterize edilirler. Primer enfeksiyonlarda sıkça görülen bazı bakteri türleri şunlardır³⁶⁻³⁸

- Gram negatif bakteriler: *Fusobacterium*, *Dialister*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Tannerella*, *Treponema* gibi.

- Gram pozitif bakteriler: *Parvimonas*, *Filifactor*, *Streptococcus*, *Propionibacterium*, *Actinomyces* gibi.

Bakteriyel hücre sayısı kök kanalı başına 10^3 ile 10^8 arasında değişebilir.^{39,40} Enfeksiyonla ilişkili bir fistül bulunan dişlerin kanallarındaki bakteri türü sayısı en yüksek seviyededir.³⁸ Apikal periodontitiste lezyon boyutunun kök kanalındaki bakteri türü ve hücre sayısı ile orantılı olduğu gösterilmiştir.^{37,38} Lezyon ne kadar büyükse , kanaldaki bakteri çeşitliliği ve hücre yoğunluğu o kadar yüksektir.

2.4.6. Ekstraradiküler Enfeksiyon

Apikal periodontitis lezyonları intraradiküler enfeksiyona yanıt olarak gelişir. Çoğu durumda bakterilerin periradiküler dokuları istila etmesini önler ve enfeksiyonun alveolar kemiğe ve diğer vücut bölgelerine yayılmasına karşı bariyer oluşturur. Bazı durumlarda bakteriler bu bariyeri aşarak ekstraradiküler enfeksiyon oluşturabilir. Kök kanalından büyük miktarda virülen bakteri çıkışıyla periradiküler dokularda pürülan iltihap oluşumuyla karakterize olan akut apikal apse, ekstraradiküler enfeksiyonun en yaygın görülme şeklidir. Kronik apse ve inatçı eksudasyon vakalarında kökün dış yüzeyini kaplayan biyofilm şeklinde ekstraradiküler enfeksiyonlara rastlanmaktadır.

Kök kanalının şekillendirmesi sırasında apikalden debris çıkışı sebebiyle ekstradiküler enfeksiyon gelişebilir.

2.5. Endodontik Tedavilerde Debrisin Oluşumu ve İçeriği

Kök kanal sistemini temizlemenin amacı bakterileri, alt ürünlerini, dejenere pulpa dokusunu ve kontamine dentini ortadan kaldırmaktır.⁴¹ Bu işlem normal olarak endodontik aletin kanal duvarları üzerindeki mekanik etkisi, irrigasyonların kimyasal etkisi ve irrigasyon/ aspirasyon işleminin fiziksel etkisi ile gerçekleştirilir. Kök kanallarındaki debris, biyomekanik hazırlık sonrası kök kanalındaki organik ve inorganik kalıntıları temsil eder.⁴² Smear tabakası, aletin kök kanal duvarları üzerindeki etkisinden kaynaklanan, özellikle apikal üçlüde⁴³ olmak üzere kök kanal duvarlarına dayatılan yığılmış bir macun gibidir. Bu nedenle, debris kalıntılarının aksine smear tabakası, yalnızca endodontik aletlerin mekanik etkisinin olduğu alanlarda oluşur.⁴⁴

2.6. Debris Çıkışı ve İmmün Yanıt

Kök kanalı tedavisi sırasında karşılaşılan ve tüm kök kanal prosedürlerinde bulunan önemli bir sorun, debris ve irrigantların apikalin dışına çıkışıdır. Apikal ekstrüzyon, genellikle kanal enstrümantasyonu sırasında apikal foramenlerin dışına dentin artıklarının, pulpa dokusu parçalarının, nekrotik dokunun, mikroorganizmaların ve kanal içi irrigantların çıkışı olarak tanımlanabilir.⁴⁵ Ayrıca yeniden kanal tedavisi işlemi sırasında kök kanal dolgu malzemeleri periapikal bölgeye taşabilir. Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan endodontik aletler apikalden çıkıp kırılabilir.⁴⁶ Apikalden debris taşması, biyolojik etkisinin yanı sıra klinik sonuçları nedeniyle özel bir ilgi yaratmıştır. Kök kanal prosedürleri sırasında apikalden taşkınlık, randevular arası alevlenmelere ve postoperatif ağrıya sebep olabilir. Bu hasta ve hekim arasında istenmeyen bir duruma sebebiyet verebilir.³

Siqueira⁴, asemptomatik kronik periradiküler lezyonlarda mikrobiyal atağın ve konak savunmasının bir denge içinde olduğunu vurgulamıştır. Araştırmacı ayrıca, kemomekanik hazırlık sırasında mikroorganizmalar apikalden taşıdığına, periradiküler dokuların irritasyona maruz kalacağını ve bunun dengeyi bozup akut bir reaksiyonu tetikleyebileceğini belirtmiştir.⁴⁷ Ayrıca, mikrobiyotanın ve ürünlerinin periradiküler dokulara taşkınlığının, bakteri sayısı ve virülansına bağlı olarak akut bir inflamatuvar yanıtı başlatabileceğine dikkat çekmiştir. Alevlenmelerde mikroorganizmaların

önemli bir rolü olsa da, kontamine olmayan dentin ve pulpa dokusunun da yabancı cisim reaksiyonuna bağlı olarak enflamatuar bir yanıtı tetikleme potansiyeline sahip olduğu da bilinmektedir. Seltzer ve ark.⁴⁸ tarafından yapılan çalışmada kontamine olmayan dentin ve pulpa dokusunun periapikal bir inflamasyonu başlatma potansiyeline sahip olabileceği gösterilmiştir. Dolayısıyla, apikalden debris taşması, hem vital hem vital olmayan iritanların periapikal dokular üzerindeki etkisi olarak tanımlanabilir. Bu durum klinik açıdan önemli olan işlem sonrası ağrı, iyileşmenin gecikmesi ve ara seans alevlenmesi gibi istenmeyen sonuçlara sebep olur. Taşan debrisin 'nekrotik döküntü' olarak tanımlanması, periapikal inflamasyon ve postoperatif alevlenmelerin ortaya çıkmasıyla ilişkilendirilmiştir.⁴⁵ İmmünolojik olarak, debrisin taşması, ciddi bir enflamatuar yanıtı ve postoperatif alevlenmelere yol açan bir antijen-antikor kompleksinin oluşumuna neden olur.

2.7. Kök Kanallarının Kemomekanik Preparasyonunun Debris Çıkışına Etkisi

Kök kanalı şekillendirme sırasında, operatör dentin talaşlarını, pulpa dokusunu, mikroorganizmaları, yan ürünlerini ve irrigasyon çözeltilerini, periapikal dokulara itebilir, apikal dokulara debris taşıyabilir.²

2.7.1. Kök Eğriliğinin Debris Çıkışına Etkisi

Birçok çalışmada diğer faktörlerin etkisini araştırmak için genelde tek köklü düz açılı (10^0) dişler tercih edilmiştir.⁴⁹⁻⁵² Aydın ve ark.⁵³ bakteriyel ekstrüzyon açısından etkili kemomekanik şekillendirmenin kanalın morfolojisinden daha önemli olduğu sonucuna varmışlardır.

2.7.2. Çalışma Boyunun Debris Çıkışına Etkisi

Kök kanal şekillendirmeden önce ideal çalışma boyunu belirlemek için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar, periapikal doku iyileşmesinden ödün vermeden şekillendirme yapmayı hedeflemiştir. Teixeira ve ark.⁵⁴ farklı çalışma uzunlukları için bakteriyel ekstrüzyonu değerlendirmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlemiştir. Sonuçlar, foraminal enstrümantasyon ile foramenin 1 mm kısa enstrümantasyonu arasında bakteriyel ekstrüzyonda anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Mendonça de Moura ve ark.⁵⁵ farklı kanallardaki apikal ekstrüzyonu farklı çalışma uzunluklarına kadar karşılaştırmış. Ekstrüde edilen debris miktarı ile ilgili istatistiksel olarak anlamlı bir fark kaydedilmemiştir. Çalışma uzunluğunun ekstrüde debris miktarı üzerinde hiçbir etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır.

2.7.3. Apikal apın Debris ıkışına Etkisi

Apikal ap kök kanal dolgusunun kalitesini dolayısıyla tedavinin başarısını etkileyen önemli bir faktördür. Chang ve ark.⁵⁶ 2015 yılında yaptığı çalışmada apikal çap boyutunun artırılmasının yıkama solüsyonu taşma riskini azalttığını iddia etmiştir. Çalışma bunu, daha büyük çaplı kanallarda solüsyon akışının iyileştiğini ve bunun da iğnenin ucuna yakın oluşan 'geri basıncı' azalttığı şeklinde açıklamıştır . Diğer bir çalışmada ise, 2016 yılında Silva ve ark.⁵⁷ apikalden debris taşkınlığını değerlendirmiş ve daha büyük apikal çap boyutlarının debris taşkınlığını etkilemediğini göstermiştir.⁵⁷

2.7.4. Rehber Yolu ve Preflaring Prosedrlерinin Debris ıkışına Etkisi

Rehber yolu, kanalı keşfetmenin ilk adımıdır. Tanımı üzerinde fikir birliği olmamasına rağmen, genellikle kök kanal girişinden fizyolojik terminale (foraminal daralma) kadar uzanan pürüzsüz duvarlı bir kök tüneli olarak tanımlanır. Manuel bir K-eğesi ile çalışma uzunluğuna kadar tekrarlanabilir şekilde gidilmesiyle elde edilebilir. Ancak bazı klinik durumlarda rehber yolu döner aletlerin güvenli geçişi için yeterli değerildir. Bu gibi durumlarda, “pre-flaring” adı verilen operatif bir adımın eklenmesi tavsiye edilir. Pre-flaring, ilk şekillendirme aletlerinin ucunu barındıracak şekilde kanalı koronal olarak genişletir. Bu adım, alet kırığı riskini azaltmak için geliştirilmiştir.⁵⁸

Topçuoğlu ve ark. 2016 yılında NiTi tek eğe enstrümantasyonu sırasında Gates-Glidden frezleri kullanılarak koronal alevlenmenin etkisini değerlendirmiştir. Koronal flaring'in, apikalden debris çıkışı üzerinde hiçbir etkisi olmayan sürekli rotasyon sistemlerinin aksine, yalnızca kanal şekillendirme resiprokal sistemler kullanılarak gerçekleştirildiğinde apikalden debris çıkışını azalttığı sonucuna varmışlardır.⁵⁹ 2020'de Gunes ve Yeter⁶⁰, farklı NiTi sistemleri üzerindeki preflaring etkisini değerlendiren benzer bir çalışma yürütmüş. Topçuoğlu ve ark.'nın 2016 yılındaki bulgularıyla tutarlı olarak, n genişletmenin sürekli dönme dinamiğine sahip sistemler için taşan debris miktarı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bulmuşlardır.⁶⁰2020'de Keskin ve ark.⁶¹ farklı aletler kullanarak rehber yolu prosedürleri sırasında taşan debris miktarlarını karşılaştırmış. Çalışma, manuel rehber yollarının motorla çalışan cihazlara kıyasla önemli lde daha fazla taşkınlığa sebep olduğu sonucuna varmışlardır.

2.7.5. Enstrümantasyon Teknikleri ve Sistemlerinin Debris Çıkışına Etkisi

2.7.5.1. Enstrüman Tasarımı

Karataş ve ark.⁶² 2016 yılında ısıtıl işleminden geçirilen altın teknoloji ile iki sistem (Protaper Gold ve WaveOne Gold) kullanarak debris çıkışını değerlendirmişlerdir. Isıtıl işlem görmüş aletlerin, altın teknolojisi olmayan aletlere göre önemli ölçüde daha az debris çıkışına sebep olduğu sonucuna varmışlardır.⁶² Ancak 2020 yılında Günes ve Yeter 'in, farklı kesitli üç sistemi [Protaper Next, 2Shape ve OneCurve (OC, MicroMega, Fransa)] karşılaştırdığı çalışmada , taşan debris miktarı açısından önemli bir fark bulamamışlardır .⁶⁰

2.7.5.2. Enstrüman Sayısı

Eğge sayısı ile ilgili olarak, Caviedes-Bucheli ve ark.⁶³ 2016 yılında sistematik bir inceleme ve meta-analiz yürütmüşlerdir. Debrisin apikalden taşması üzerine alet sayısının etkisini ve bunların semptomatik apikal periodontitis oluşumu ile biyolojik ilişkisini incelemişlerdir. Resiprok tek eğge veya rotary eğge sistemi olan tüm kök kanal enstrümantasyon teknikleri, debrisin ve nöropeptidlerin apikalden taşmasına sebep olmuştur. Meta-analiz, enflamatuar reaksiyonun eğge sayısından değil, hareket türünden ve enstrüman tasarımından etkilendiğini belirtmiştir.⁶³ Diğer bir meta-analiz, sistem başına eğge sayısına bağlı olarak taşma miktarında önemli bir fark olduğu sonucuna varmıştır. Buna göre, çoklu döner eğge sistemleri, resiprok tek eğge sistemlerine kıyasla tedavi sonrası ağrı insidansının daha düşük olmasına katkıda bulunmuştur.⁶⁴

2.7.5.3. Enstrüman Tipi ve Preparasyon Tipi

Mittal ve ark.⁷ tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada test edilen tüm sistemlerin bakteriyel ekstrüzyonla sonuçlandığını ve manuel step-back tekniğinin motorla çalışan sistemlerden önemli ölçüde daha fazla taşkınlık gösterdiği belirtilmiştir .⁷

Dönme hareketi içinde resiprokal ve rotary dönme hareketi (sürekli rotasyon) dahil olmak üzere farklı dinamikler vardır. Özellikle bu iki dinamik, yıllar boyunca çeşitli çalışmalarda değerlendirilmiştir. Bazı çalışmaların sonuçları, iki dinamik arasında fark olmadığını doğrulamıştır .^{65,66} Bazı çalışmalarda resiprokal hareket daha az ⁶⁷, bazı çalışmalarda ise rotasyon daha az ⁶⁸ debris çıkışına sebep olmuştur.

2.7.6. İrrigasyon Prosedürlerinin Debris Çıkışına Etkisi

Yıkama solüsyonlarının kullanımı, kanalın yüzeylerine yapışan, çözünen biyofilmleri bozmayı amaçlamaktadır . Bununla birlikte, bu eylem periapikal dokuların sağlığına zarar vermeden etkili olmalıdır .¹

2.7.6.1. İrrigasyon İğnesi Dizaynı

Psimma ve ark.⁶⁹ 2013 yılında açık uçlu bir iğne ve kapalı uçlu iğne ile verilen solüsyonun apikalden taşma miktarlarını ölçmüşlerdir. Sonuçlara göre, açık uçlu iğnelerin kapalı uçlu iğnelere kıyasla önemli ölçüde daha fazla taşkınlığa neden olduğu bulunmuştur.

2.7.6.2. İğne Yerleştirme Derinliği

Psimma ve ark. yerleştirme derinliğini incelemişler ve 1 mm, 3 mm ve 5 mm'de farklı iğne yerleştirme derinliklerini karşılaştırmışlar. İğne çalışma uzunluğundan uzaklaştıkça taşkınlık azalmış. Genel olarak, iğnenin çalışma uzunluğundan daha uzağa konumlandırılmasının azalmış solüsyon ile ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.⁶⁹

2.7.6.3. Enjeksiyon Oranı

2015 yılında Chang ve ark. tarafından yapılan çalışmaya göre, klinikte manuel yıkamada akış hızlarının 30 ile 320 µl/s arasında değiştiğini, erkek operatörler için ortalama 137 µl/s ve kadın operatörler için 88 µl/s olduğu bildirilmiştir. Bu rakamlar manuel yıkamada akış kontrol edilemediği için deneyden çıkarılmıştır. Deney, kontrol edilebilir akışlı bir şırınga pompası kullanılarak gerçekleştirilmiş ve dört hız değerlendirilmiştir: 50, 100, 200 ve 300 µl/s. Chang ve ark. taşkınlığın enjeksiyon hızından bağımsız olarak tüm grupları etkilediğini, farkın taşkınlık derecesinde olduğunu beyan etmişlerdir. Genel olarak, manuel yıkama sırasında taşkınlık daha fazladır ve bu durumu özellikle iğnenin kök ucuna doğru inişi sırasında ileri geri hareket etmesiyle açıklamışlardır. Şırınga pompası yıkama için: akış hızı 100 µl/s'ye eşit veya daha az olduğunda taşkınlık farkı gözlenmemiş. Bu nedenle, ekstrüzyon üzerinde herhangi bir etki kaydedilmemiştir. 200 µl/s'den daha fazla akış, taşkınlıkta önemli bir rol oynamaya başlamış. Çalışmada, enjeksiyon hızının 200 µl/s'nin üzerine çıkarılmasının yıkama solüsyonunun taşma riskini artırdığını kabul etmişlerdir.⁷⁰

2.7.6.4. İrrigan Aktivasyon Sistemi

Cuellar ve ark. 2021'de, aktivasyon olan ve olmayan yıkama sistemlerinin bakteri ve döküntü taşkınlığı üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, değerlendirilen tüm tekniklerde apikalden debris çıkışının meydana geldiğini göstermiştir. Bununla birlikte, aktivasyon olmadığında, pasif ultrasonik yıkamaya kıyasla daha az debris ve bakteri çıkışı üretilmiştir.⁷¹ Başka bir çalışmada dört yıkama tekniği apikalden taşma açısından değerlendirilmiş. Pasif ultrasonik irrigasyon, EDDY, fotonla başlatılan fotoakustik akış ve manuel irrigasyon teknikleri kullanılan çalışmada, EDDY'nin, diğer aktivasyon sistemlerinden önemli ölçüde daha fazla taşkınlığa neden olduğu belirtilmiştir.⁷²

2.8. Akut Alevlenme Olgusu ve Tedavisi

Endodontik alevlenmeler, bir endodontik tedavi seansından kaynaklanan, acil randevu ve aktif tedavi gerektiren ağrı ve/veya şişlik oluşumlarıdır.⁷³ Literatürde akut alevlenme görülme oranı %1,4 ile %16 arasında değişmektedir. Bu, her çalışmanın belirli bir protokolü izlemesine, dolayısıyla ağrı ve/veya şişme aşamasını değerlendirmek için farklı örnekler ve kriterler kullanmasına bağlanabilir.⁷⁴

2.8.1. Akut Alevlenme Oluşturan Etmenler

Akut alevlenmeye sebep olabilecek çeşitli faktörler incelenmiştir. Bunlar, kanal tedavisi seans sayısı⁷⁵; kullanılan kanal içi medikament⁷⁶; cinsiyet, yaş ve diş grubu gibi konakçı faktörler⁷⁷; periapikal kökenli preoperatif ağrı varlığı⁷⁴; pulpal tanı⁷⁸; periradiküler tanı⁷³; tedavi türü, ilk tedavi veya yeniden tedavi⁴; radiküler kanal sistemi içinde irrigantların varlığı⁷⁴; apikalden debris çıkışı; ve preparasyon sırasında apikal açıklığın kontrol edilmesi⁷⁹ olarak değerlendirilmiştir.

2.8.2. Akut Alevlenmede Uygulanması Önerilen Tedavi Protokolleri

Akut alevlenme acil tedavi gerektiren bir durumdur. Hasta bu şekilde kliniğe geldiğinde tedaviye başlamadan önce derin bir anestezi sağlanmalıdır.⁸⁰ Anestezi için etidokain ve bupivakain gibi uzun etkili anesteziklerin kullanımı yararlıdır.⁸¹

Tedaviden sonra akut apikal apse gelişmişse kök kanalından drenaj denenmeli. Kanaldan drenaj sağlanamazsa şişlikten insizyonla drenaj sağlanmalıdır.⁸²

Kanallara tekrar giriş sağlanıp, çalışma boyu yeniden değerlendirilmelidir. Şekillendirme ve irrigasyon yapıldıktan sonra kanal içi steroidler, non-steroidal

antiinflamatuvar (NSAI) ilaçlar veya kortikosteroidli antibiyotik bileşikleri tedavi sonrası ağrıyı azaltmada etkili bulunmuştur. ^{83,84} NSAI'lar analjezik etki sağlar ancak akut durumlarda antiinflamatuvar etkileri yoktur ya da çok azdır.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu tarafından 18.04.2023 tarih ve 07 sayılı toplantıda görüşülüp onaylanmıştır. Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından 2023DİŞF003 proje kodu ile desteklenmiştir. Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalında gerçekleştirilmiştir. Koçak ve ark.⁸⁵ yaptığı çalışmada elde edilen etki büyüklüğünün kuvvetli düzeyde olduğu ($d=0.908$) görülmüştür. Daha düşük düzeyde bir etki büyüklüğü de elde edilebileceği ve çalışmamız 4 grup olacağı için, kuvvetli düzeyde etki büyüklüğüne ($F=0.4$) göre yapılan güç analizi sonucunda; çalışmaya en az 76 diş (her grup için en az 19 diş) alındığında %95 güven düzeyinde %80 güç elde edilebileceği hesaplanmıştır.

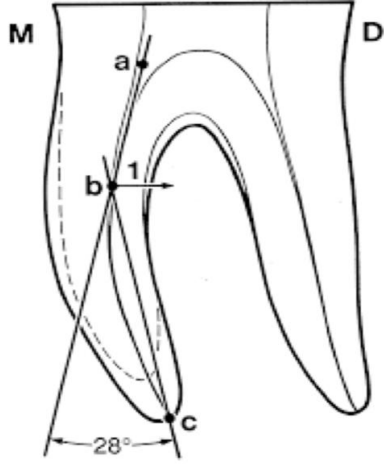
3.1. Dişlerin Seçim Kriterleri ve Hazırlık Aşaması

Çalışmamızda 80 adet 20-45° eğimli alt çene birinci insan azı dişlerinin meziyo bukkal kanalları kullanılmıştır (şekil3.1.). Dişlerin mezyodistal ve bukkolingual yönde radyografileri alınıp değerlendirilmiştir. Kök gelişimini tamamlamamış, çürük bulunan, kron veya kök kırığı bulunan, önceden kanal tedavisi yapılan, kök kanalları kalsifiye olan, mezyalde iki ayrı kanal bulunmayan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

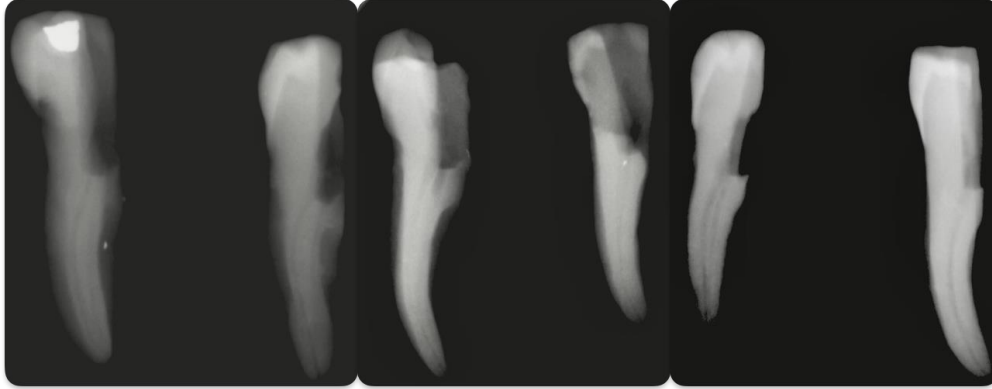


Şekil 3.1. Alt çene birinci azı dişlerinin mezyal kökleri

Çalışmada kullanılacak dişlerin eğrilik derecesi Schneider⁸⁶ yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemde kök kanalının başlangıcından (a noktası) kökün en kurvatürlü (b noktası) yerine bir doğru çizilir. Daha sonra kök ucundan (c noktası) b noktasına bir doğru çizilir. Bu iki doğru arasında kalan dar açı eğrilik derecesini verir (şekil3.2.). Dişlerin radyografileri alınıp 20° den az ve 45° den fazla eğimli olan kökler çalışmaya dahil edilmemiştir (şekil3.3.). Ayrıca stereomikroskop altında 2 ayrı kanal şeklinde sonlandığı doğrulanmıştır.



Şekil 3.2. Schneider yöntemine göre kök kanal eğriliği hesabı⁸⁷



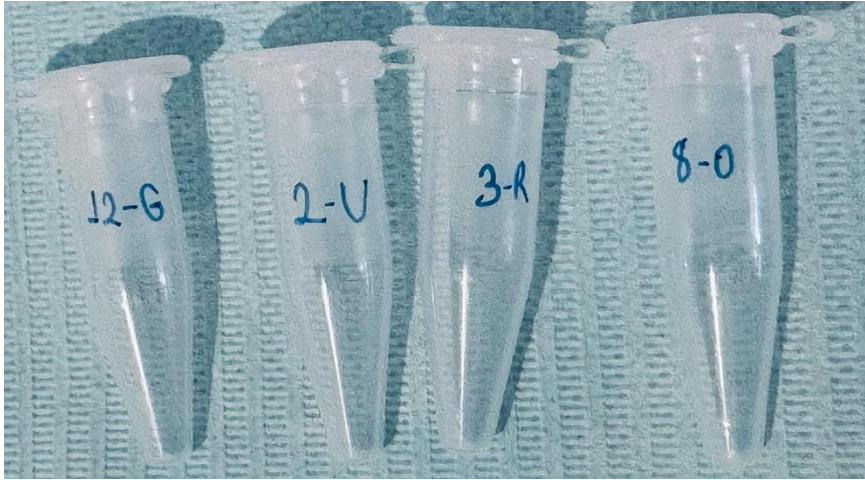
Şekil 3.3. Dişlerden alınan radyografiler

Dişlerin apikal açıklıkları sırasıyla 10 ve 15 numaralı K tipi (Dentac, Türkiye) el eğesi ile kontrol edilmiştir. Apikal çapı 15 numaralı K tipi el eğesinde büyük olmayan dişler çalışmaya dahil edilmiştir. Kök uzunluklarının standardizasyonunu sağlamak için dişlerin kron kısmından su soğutması altında elmas frezle kesilerek 17 mm'ye ayarlanmıştır.

Kesilen dişlerin çalışma boylarını hesaplamak için stereomikroskop altında 10 numaralı K tipi eğe kanalda pasif bir şekilde ilerletilmiştir. Apikal foramende göründükten sonra çıkarılıp endo cetvel yardımıyla llmştir. Çalışma boyları ölçümden 1 mm kısa olacak şekilde hesaplanmıştır.

3.2. Deney Düzeneklerinin Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılan deney düzeneği Myers & Montgomery'in tasarladıkları sisteme göre modifiye edilerek oluşturulmuştur.⁸⁸ çalışmada taşan debris ve yıkama solüsyonunun toplanması için plastik eppendorf tüpleri kullanılmıştır. Eppendorf tüplerinin üzerine asetat kalem ile çalışmada kullanılacak eğelerin baş harfleri yazılıp ve numaralandırılmıştır (şekil 3.4.). Numaralandırılan boş eppendorf tüpleri hassas terazide 3 kez ölçülüp ortalama değerler hesaplanmıştır (şekil 3.5.).



şekil 3.4. Çalışmada kullanılan eppendorf tüplerinin numaralandırılmış rnekleri



Şekil 3.5. Ölçüm için kullanılan hassas terazi

Eppendorf tüpünün ağız kısmı teflon bant ile kaplanmıştır. Kesilen diş kökleri siyanoakrilat ile eppendorf tüpüne sabitlenmiştir. Eppendorf tüpünün iç ve dış basıncını sabitlemek için 27 gauge'luk enjektör iğnesi (Beybi dental enjektör, İstanbul, Türkiye) köke paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir. Tüm düzenek cam şişeye sabitlenip , deney yapan kişinin düzeneği görmemesi için etrafı alüminyum folyo ile kapatılmıştır (şekil 3.6.).



Şekil 3.6. A. Deney düzeneği B. Alüminyum folyo ile kaplanmış düzenek

3.3. İrrigasyon Prosedürleri

Çalışmada irrigasyonu standartize etmek için serum infüzyon pompası (SN-1600V Çin, Shenzen) kullanılmıştır(şekil 3.7.). İrrigasyon için distile su kullanılmıştır. İrrigasyon hızı 1ml/dk olacak şekilde sabit basınç ve hızda solusyon verilmesi sağlanmıştır. 30 gauge yandan delikli irrigasyon (Diadent, Kore) iğnesi ile çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde irrigasyon yapılmıştır.



Şekil 3.7. Serum infüzyon pompası

3.4. Kök Kanalların Şekillendirilmesi

Çalışma kriterlerine uyan dişler her grupta 20 diş olacak şekilde rastgele 4 gruba ayrılmıştır (n=20). Tüm dişlerin ön şekillendirmesi 15 numaralı K tipi (Dentac, İstanbul, Türkiye) el eğesi kullanılarak yapılmıştır. Her eğe değişimi ya da 3 gagalama hareketinde 1 ml distile su ile irrigasyon yapılmıştır. Eğe üzerinde biriken debris artıkları nemli gazlı bez ile temizlenmiştir. Şekillendirme sırasında toplamda 5 ml distile su kullanılmıştır. Şekillendirme bittikten sonra kök yüzeyinde kalan taşkın debrisler 1 ml distile su kullanılarak eppendorf tüpüne aktarılmıştır. Her eğe değişiminde apikal açıklık 10 K eğe ile kontrol edilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan eğeler ve irrigasyon prosedürleri

	Eğе Adı	Kullanılan eğeler	İrrigasyon
GRUP 1	One Reci	25/06	3 gagalama hareketinde 1 ml
GRUP2	Revo-s Plus	SC1-SC2-SU	3 gagalama ya da her eğe değişimi 1ml
GRUP3	Protaper Gold	SX-S1-S2-F1-F2	3 gagalama ya da her eğe değişimi 1ml
GRUP4	Protaper Ultimate	Slider-Shaper-F1-F2	3 gagalama ya da her eğe değişimi 1ml

Grup 1: Bu grupta bulunan dişlere OR kullanılarak genişletme yapılmıştır. Şekillendirme için Red Ai Endomotor (Woodpecker,) kullanılmıştır (şekil 3.8.). Eğeler saat yönü tersine 170° , saat yönünde 60° resiprokasyon açılarıyla kullanılmıştır (şekil 3.9.).



Şekil 3.8. Red Ai Motor



Şekil 3.9. One Recı eğeleri

Grup 2: Bu grupta bulunan dişlere Revo-S SC1,SC2,SU eğeleri kullanılarak genişletme işlemi yapılmıştır.(şekil 3.10.) Bu eğeler x cihazında 300 rpm hızda kullanılmıştır.



şekil 3.10. Revo-S Plus eğeleri

- SC1 eğesi ile çalışma boyunun 2/3 uzunluğuna kadar çalışılmıştır.
- SC2 ve SU eğeleri ile çalışma boyunda şekillendirme işlemi yapılmıştır.

Grup 3: Bu gruptaki dişlere PG eğeleri kullanılarak 300 rpm hızda genişletme işlemi yapılmıştır (şekil 3.11.).

- SX eğesi ile koronal 1/3 kısmı genişletilmiştir.
- S1 ve S2 eğeleri ile çalışma boyunda şekillendirme işlemi yapılmıştır.
- F1 ve F2 bitirme eğeleri ile kanala son şekli verilmiştir.



Şekil 3.11. Protaper Gold eğeleri

Grup 4: Bu grupta PTUltimate eğeleri 400 rpm hızda kullanılarak genişletme işlemi yapılmıştır (şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Protaper Ultimate eğeleri

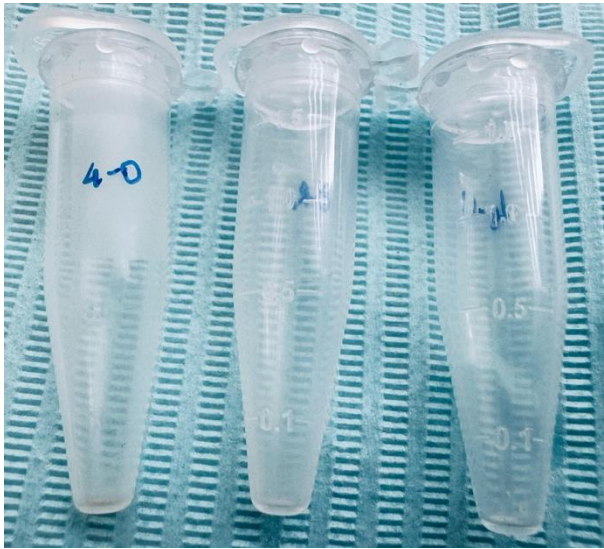
- Slider ve Shaper eğeleri çalışma boyunda şekillendirme işlemi yapılmıştır.
- F1 ve F2 bitirme eğeleri ile kanala son şekli verilmiştir.

3.5. Taşan Debris Ağırlığının Belirlenmesi

Tüm çalışma standardizasyonu sağlamak için tek bir operatör tarafından yapılmıştır. Kök kanalları temizleme , şekillendirme ve yıkama işlemleri bittikten sonra dişler eppendorf tüpünden çıkarılmıştır. Taşan distile su ve debrisin toplandığı eppendorf tüpleri distile suyu buharlaştırmak ve kuru ağırlığını hesaplamak için 37° C sıcaklıktaki inkübatörde 14 gün bekletilmiştir(şekil 3.13.) . Buharlaştırma işlemi tamamlandıktan sonra ilk başta ölçüm yapıldığı gibi eppendorf tüpleri hassas terazi ile 3 kez ölçülüp ortalaması hesaplanmıştır (şekil 3.14.). Taşan debris ağırlığı, debris içeren eppendorf tüpünden boş eppendorf tüpü ağırlığı çıkarılarak elde edilmiştir.



Şekil 3.13. İnkübatör cihazı ve eppendorf tüpleri



Şekil 3.14. Buharlaştırma sonrası eppendorf tüpünde biriken debrisler.

3.6. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 26.0 Statistics* paket programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Dişlerde kullanılan eğelere göre debrıs taşıırma miktarlarının karşılaştırılmasında *One Way ANOVA* testi kullanılmıştır. Ayrıca, dişlerde kullanılan eğelere göre debrıs taşıırma miktarlarının farklarının karşılaştırılmasında *Kruskal Wallis H testi* kullanılmıştır. Tüm çalışmada anlamlılık düzeyleri $p < 0,05$ dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

4. SONUÇLAR

Çalışmada her bir grupta 20 diş olmak üzere 80 tane diş çalışmaya dahil edilmiştir. OR(1. Grup), Revo-S(2. Grup), PG(3. Grup) ve PTUltimate(4. Grup) eğeleri kullanılarak apikalden debris taşıma miktarları arasındaki farklar değerlendirilmiştir.

4.1. Dişlerde Kullanılan Eğelere Göre Debris Taşıma Miktarlarının Karşılaştırılması

Dişlerde kullanılan eğelere göre debris taşıma miktarları arasındaki farklar incelenmiş olup, Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

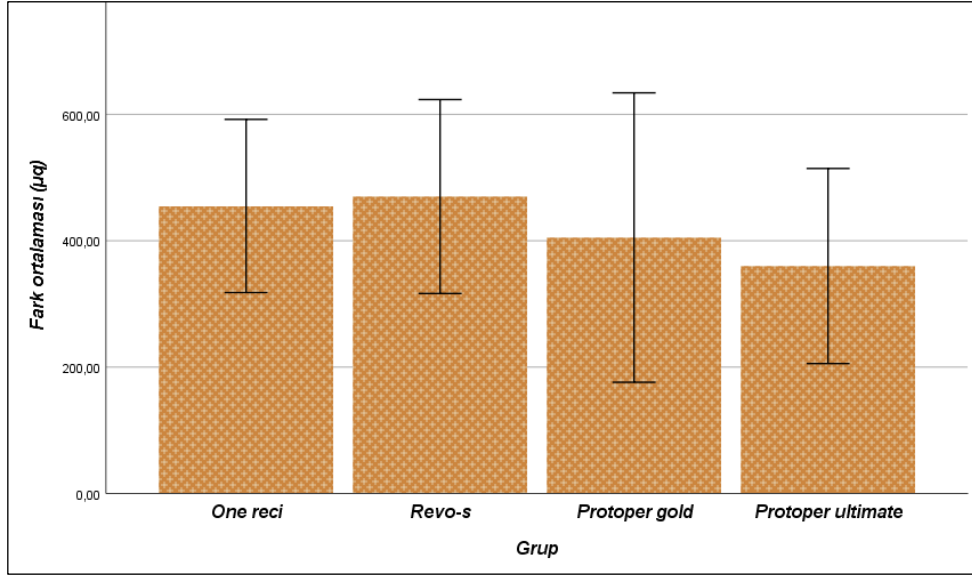
Tablo 4.1. Dişlerde Kullanılan Eğelere Göre Debris Taşıma Miktarları Arasındaki Farkların İncelenmesi

Grup	N	Materyal miktarı Ort. (μg)	S.S	Med. (Min.-Max.)	p
One reci	20	455,00	292,85	450 (0-900)	0,396
Revo-s	20	470,00	327,83	400 (100-1400)	
Protoper gold	20	405,00	489,33	250 (0-2000)	
Protoper ultimate	20	360,00	329,91	300 (0-1100)	

* $p < 0,05$, Test İstatistiği: Kruskal Wallis H Testi (Ortalama değerleri ile birlikte medyan, minimum ve maksimum değerleri de verilmiştir).

OR eğesi kullanılan grupta debris taşıma miktarı fark ortalaması 455 μg , Revo-S eğesi kullanılan grupta debris taşıma miktarı fark ortalaması 470 μg , PG eğesi kullanılan grupta debris taşıma miktarı fark ortalaması 405 μg ve PTUltimate eğesi kullanılan grupta debris taşıma miktarı fark ortalaması 360 μg 'dır. Bu sonuçlara göre, gruplara göre debris taşıma miktarları ortalamaları arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$). İstatiksel olarak farklılık görülmesi de, PG ve PTUltimate kullanılan gruplarda debris taşıma miktarlarının, diğer eğelere göre daha düşük olduğu söylenebilir. Gruplar arasında anlamlı farklılık olmadığı için eğeler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmamıştır.

Dişlerde kullanılan eğelere göre debris taşıma miktarları arasındaki fark ortalamaları Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Dişlerde kullanılan eğelere göre debris taşıma miktarları arasındaki farklar

5. TARTIŞMA

Kök kanal sisteminin kemomekanik hazırlığı sırasında olan ve tüm kök kanal prosedürlerinde bulunan önemli bir sorun debris ve yıkama solüsyonlarının apikalden taşmasıdır. Apikalden taşma, genellikle kanal enstrümantasyonu sırasında apikal foramenlerin dışına dentin artıklarının, pulpa dokusu parçalarının, nekrotik dokunun, mikroorganizmaların ve kanal içi irrigantların çıkışı olarak tanımlanabilir.⁴⁵

Bu konuyla ilgili çalışma 1968 yılında Chapman ve ark.⁸⁹ tarafından yapılmış ve endodontik tedavide şekillendirme sırasında enfektif materyalin apikalden çıktığı doğrulanmıştır. Periapikal dokulara taşan debris miktarlarını incelemek için, deney düzenekleri tasarlanmıştır. Tüm düzenekler içinde en çok ilgi çeken Myers ve Montgomery 'in ⁸⁸ tasarladıkları olmuştur. Bu düzenekte, kauçuk tıpyaya sabitlenmiş kök , taşan debris ve yıkama solüsyonunun toplandığı bir cam flakon ve bu flakonun yerleştirildiği cam şişe bulunur. İçerdeki ve dışarıdaki basıncı dengelemek için kauçuk tıpanın içine 25-gauge iğne yerleştirilmiştir. Taşan debris için kullanılan toplama aparatı farklı çalışmalarda değişiklik göstermiştir. Bazı araştırmacılar dişin altına teller yardımıyla alüminyum kuronlar asarak debris biriktirmeye çalışmışlardır.⁹⁰ Bazı araştırmacılar ise cam flakon yerine eppendorf tüpü kullanmışlardır.^{91,92}

Biz de çalışmamızda Myers ve Montgomery'in tasarladıkları sistemi modifiye ederek kullandık. Taşan debris ve yıkama solüsyonu için eppendorf tüpü kullanıp, eppendorf tüpünü cam şişeye sabitledik. Dişleri eppendorf tüpüne sabitlemek için yapıştırıcı kullandık. Deney sonrası hem sökümün kolay olması için hem de yapıştırıcıdan kalan artıkların hassas terazideki ölçümü etkilememesi için eppendorf tüplerinin boyun kısmını teflon bant ile kapladık. Deney sürecinde operatörün hem klinik koşullara uygun çalışması hem de kullandığı alete önyargı oluşturmaması için cam şişe alüminyum folyo ile kapatılmıştır.

Bu yöntem sıklıkla kullanılmasına rağmen bazı dezavantajları da içerir. Deney koşulları klinik uygulamada bariyer görevi görüp apikalden taşma durumunu kontrol eden vital pulpa ve periapikal dokuları taklit edememektedir.^{93,94} Salzgeber & Brilliant ⁹⁵ tarafından yapılan *in vivo* çalışmada radyopak bir solüsyon ile vital pulpalı, nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu dişlerde yıkama yapılmış. Araştırmacılar vital pulparı olan dişlerde solüsyonun kök kanal boşluğuyla sınırlı olduğu , nekrotik

pulpalı ve periapikal lezyonlu dişlerde, solüsyonun periapikal dokulara rastgele dağıldığı sonucuna varmışlar. Deneysel düzeyde, periapikal dokular tarafından fiziksel basıncın olmaması, apikal açıklığın işlem^{5,88} sırasında korunmuş olması, taşan debris miktarını sınırlandırmaması nedeniyle araştırmacılar tarafından eleştirilmiştir.^{5,88} Aynı araştırmacılara göre deneysel düzende apikalde negatif basınç olmaması ve yerçekimi etkisi nedeniyle taşan debris miktarının etkileneceği düşünülmüştür. Bazı araştırmacılar ise periapikal dokuları taklit eden düzenekler önermiştir. Altundasar ve ark.⁹⁶ ve Hachmeister ve ark.⁹⁷ çiçek köpüğü kullanarak apikal bariyer oluşturmaya çalışmışlar. Bu yöntemin dezavantajını köpüğün debris ve yıkama solüsyonunu emmesi olarak belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada, periapikal dokularla benzer yoğunluğa sahip % 1.5'lik agar jeli kullanılmış; fakat klinik koşullara göre (granülom, kist gibi) dokuların kalınlığının değişebileceği ve bu kalınlığı ayarlamamanın zor olduğu belirtilmiştir.⁹⁸ Yılmaz & Ozyurek⁶ retreatment tedavisi sırasında apikalden taşmayı değerlendirdikleri çalışmada, periodontal dokuları taklit etmek için kökün çevresini silikon malzeme ile kaplamışlardır.

Yöntemin diğer bir dezavantajı , taşan debris nicel olarak değerlendirirken, virülansını ve antijenik potansiyelini değerlendirememesidir. Herhangi bir enstrümantasyon sistemi tarafından taşırılan debrisin alevlenmeye sebep olması, sadece debrisin miktarının azlığı veya çokluğuna değil ,debrisin bakteri virülansına da bağlı olduğu öne sürülmüştür.⁹⁹ Taşan debris miktarının bilinmesi , içeriğinin ve konakçı savunması gibi biyolojik faktörleri bilmeden anlamlı olmayabilir.³ Diğer bir dezavantaj da tekniğin duyarlı olup, nemli ve yağlı parmak uçlarının eppendorf tüpüne temasının taşan debrisin ağırlığını etkileyebileceği olarak bildirilmiştir.⁹⁴

Çalışmamızda alt çene birinci molar dişlerin mezyobukkal kanalları kullanılmıştır. Kök gelişimini tamamlamamış, çürük bulunan , kron veya kök kırığı bulunan, önceden kanal tedavisi yapılmış, kök kanalları kalsifiye olan, mezyalde iki ayrı kanal bulunmayan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Dişlerin mezyodistal ve bukkolingual yönde radyografileri alınıp değerlendirilmiştir. Stereomikroskop altında iki ayrı kanal olduğu doğrulanmıştır. Kök kanallarının eğimi hesaplanıp, 20⁰ - 45⁰ arasında olan kökler çalışmaya dahil edilmiştir. Köklerin eğimi Schneider⁸⁶ yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemi kullanan birçok çalışmada kesiciler^{65,100,101}, mandibular premolarlar^{102,103} ve mandibular molar dişlerin mezyobukkal kanalları^{104,105} tercih edilmiştir. Tek köklü dişler, apikalden taşan debris

çalışmalarında düzenek kurma kolaylığı, tedavi prosedürlerinin öngörülebilirliği sebebiyle tercih edilmektedir.¹⁰⁶ Bir çalışmada, diş tipinin apikalden taşan debris miktarını etkileyebileceğine dayanarak eğimli molar dişlerin hem mezyobukkal hem de mezyolingual kanalları hazırlanmıştır.⁸⁵ Araştırmacılar arasında dişlerin eğrilik derecesi seçiminde farklılıklar vardır ,0 -10 derece arası eğimli dişler birçok çalışmada kullanılmıştır.^{101,107-109} Diğer çalışmalarda 10-20 derece⁹⁴ , 20-40 derece^{105,110} , 25-45 derece¹⁰⁴ ve 5 dereceden az^{65,98} çeşitli eğrilik derecesine sahip dişler kullanılmıştır. Bazı araştırmacılar kanal eğriliğinin apikalden taşan debris miktarı üzerinde bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir, ancak çalışmalarında düz ve orta derecede eğri kök kanallarını karşılaştırmışlardır.^{111,112} Karataşlıoğlu ve ark. kök kanallarının eğrilik derecesinin apikalden debris taşırmada önemli bir rolü olduğunu, eğimli kanallarda apikale ulaşmak için daha fazla gagalama hareketi gerekeceği ve bunun apikalden daha fazla taşkınlığa sebep olabileceğini bildirmişlerdir.¹¹³ Diğer bir çalışmada da kök kanal eğriliğinin apikalden debris taşıma miktarına önemli bir etkisi olduğu vurgulanmıştır.¹¹⁴ Çalışmamızda yapılan araştırmalar doğrultusunda ve klinik koşullara uygunluk sağlaması için 20-45 derece arasında eğriliğe sahip kök kanallarını kullandık.

Çekilmiş dişlerle yapılan çalışmalarda dişlerin farklı mineralizasyon ve farklı dentin kalınlığında olması apikalden taşan debris miktarını etkileyebilir. Genç dişlerde mineralizasyon yaşlı dişlere göre daha azdır, bu nedenle aşınmaya dirençleri düşüktür ve daha fazla debris taşmasına sebep olması beklenebilir.⁹¹ Yapılan bir diğer çalışmada kök tipinin taşan debris miktarını etkileyebileceği bildirilmiştir. Tek, geniş bir kanalı, dar bir kanala göre debris taşıma ve akut alevlenme riskinin daha az olduğunu belirtmişlerdir.¹¹⁵ Dişler arasında standardizasyon sağlamak çok mümkün değildir. Çekilmiş insan dişlerinin dezavantajlarını azaltmak için farklı metodlar denenmiştir. Ruiz-Hubard ve ark.¹¹⁶ çalışmalarında akrilik model kullanmışlardır. Kum ve ark.¹¹⁷ akrilik modelin dezavantajlarına değinmişler ve şekillendirme için kullanılan aletlerin modelleri yumuşatmasının sonuçları olumsuz etkileyeceğini belirtmişlerdir. Malentacca ve ark.¹¹⁸ epoksi rezin bir modelde kanalları ve apikal lezyonu simüle etmişlerdir. Al-Jadaa ve ark.¹¹⁹ sığır dişlerinden yapılmış yapay pulpa dokusunu hem kanallara hem de apikal lezyona enjekte etmişlerdir. Bu çalışmalarda da dezavantaj olarak, reçine bloklar ve dentin arasındaki fark ve pulpa dokusunun tam olarak insan pulpasını taklit edemeyip kolay çözünmesi olarak belirtilmiştir.

Apikalden debris taşıma deneylerinde önemli konulardan biri apikal foramenlerin standart hale getirilmesidir. Bu çalışmaların çoğunda, küçük çaplı bir el aleti ile apikal foramenden çıkana kadar ilerletilir.^{85,105,120} Bu şekilde belirleme yönteminde apikal açıklığın sağlandığı ve dişler arasında bir standart oluşturulduğu düşünülse de öznel bir yöntem olduğu konusunda eleştiriler vardır.³ Bu yöntemin dezavantajlarını gidermek için farklı yöntemler deneyen çalışmalar da vardır. Fairbourn ve ark.⁹⁰ ve Myers & Montgomery⁸⁸ stereomikroskop altında analiz yapmışlardır. Al-Omari & Dummer¹²¹ ve Hinrichs ve ark.¹¹² gruplar arasında eşit dağılım için apikal çapları ölçerek deney yapmışlardır. Apikal çapın taşan debris üzerindeki etkisini araştıran çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmuştur. Bir çalışmada¹²² apikal çap korunduğunda daha fazla taşma olacağını belirtilirken, bu çalışmanın aksine diğer bir çalışmada¹²³ apikal çap arttıkça taşan debris miktarının artacağı belirtilmiştir. Apikal çapın debris çıkışında etkili olmadığını belirten çalışmalar da vardır.^{112,121}

Yapılan çalışmaların çoğunda kanal açıklığı 10 K ege ile kontrol edilmiş, eğenin görüldüğü uzunluktan 1 mm kısa olacak şekilde çalışma boyu belirlenmiştir.^{105,120,124} Bazı araştırmacılar çalışma boyundan uzun enstrümantasyon yapıldığında debris çıkışının daha fazla olacağını belirtmişlerdir.¹²⁵ Bazı araştırmacılar ise çalışma boyundan ziyade NiTi alaşımlı enstrümanların taşan debris miktarını etkileyeceğini belirtmişlerdir.¹²⁶

Sodyum hipoklorit endodontik tedavide kliniklerde yıkama solüsyonu olarak en çok tercih edilen solüsyondur. Çalışmalarda ise sodyum hipoklorit (NaOCl) kristal oluşumu sebebiyle ağırlık artışına neden olabileceği için, yıkama solüsyonu olarak distile su tercih edilmiştir. Yapılan bir çalışmada farklı solüsyonlar karşılaştırılmış ve NaOCl 'nin en fazla kristal ürettiği belirtilmiştir.¹²⁷ Bazı araştırmacılar klinik koşulları doğru taklit etmesi için NaOCl'yi kullanmışlardır. Taşan debris ağırlıklarında NaOCl grubunda distile su kullananlara göre fazla olduğu belirtilmiştir.¹²⁸

Endodontik tedavide şekillendirme sırasında apikalden debris dışında yıkama solüsyonlarının taşıdığı bilinmektedir. 1975 yılında Vande Visse ve Brilliant¹²⁹ apikalden taşan debris miktarını ölçen ilk çalışmayı yapmışlardır. Çalışmaya göre yıkama solüsyonu kullandığında toplanabilir bir debris üretimi olduğu belirtilmiştir. Yıkama için kullanılan iğnenin derinliği ve tipinin apikalden taşan yıkama solüsyonu

miktarını etkilediği bildirilmiştir.^{96,130,131} İğne çalışma uzunluğundan ne kadar uzağa yerleştirilirse apikalden taşma o kadar az olur ,ancak yıkama etkinliği de o ölçüde azalır.¹³² Kök kanalında solüsyon akışı için iğnenin derinliğinin çalışma boyundan 2 mm veya 3mm kısa olmasının ideal olduğu belirtilmiştir.¹³³ İğne ucu tasarımı araştırmalarında ,açık uçlu iğnelerin apikalde yüksek ve kontrol edilemeyen bir basınç oluşturduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda yandan delikli iğnelerin düz-açık uçlu iğnelere göre daha az debris ve solüsyon taşıdığı belirtilmiştir.^{96,134} Yandan delikli iğneler solüsyonun apikale değil, kök kanal duvarlarına geçmesine izin verir.¹³² Çalışmamızda yıkama solüsyonu olarak distile su kullandık. İğne derinliğini çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde belirledik ve 30 gauge yandan delikli iğne kullandık. Yıkama işlemini standart hale getirmek için serum infüzyon seti ile 1 ml/dk sabit hız ve basınçta kullanarak tamamladık. Mevcut literatürde yıkama işlemini standart hale getirmek için şırınga pompası ve fizyodisperser kullanan çalışmalar vardır.^{8,135}

Deney düzeneğinde taşan debris ve yıkama solüsyonu eppendorf tüpü içerisinde toplanmaktadır. Taşan debris ağırlığını belirleyebilmek için solüsyonu buharlaştırmak gerekir. Buharlaştırma işlemi için araştırmacılar genellikle eppendorf tüplerini inkübatörde bekletmişlerdir. İnkübatörün kullanım sıcaklığı ve eppendorf tüpünün inkübatörde bekletilme süresi çalışmalara göre farklılıklar gösterebilmektedir. Örneğin daha önce yapılmış olan iki çalışmada inkübatör 68° C sıcaklıkta 5 gün kullanılmışken^{120,136} , bir çalışmada 90° C sıcaklıkta 12 saat¹³⁷ , bir çalışmada 37° C sıcaklıkta 10 gün⁵² ve bir başka çalışmada da 37° C sıcaklıkta 14 gün¹³⁸ süre ile bekletmişlerdir. Başka yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar da olmuştur. Havadaki nemin bile sonuçları etkileyebileceği göz önünde bulundurularak liyofilizasyon (kuru dondurma) yöntemini kullanmışlardır.^{91,139} Sunulan çalışmada eppendorf tüplerini 37° C sıcaklıkta 14 gün inkübatörde bekletip buharlaştırma işlemi gerçekleştirildi.

Yapılan bu tez çalışmasında apikalden debris taşıma miktarlarını değerlendirmek için OR, Revo-S , PG, PTUltimate olmak üzere 4 farklı NiTi eğe kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre tüm eğelerin apikalden debris taşıdığı bulunmuştur. Eğeler arasında taşan debris miktarlarının değerlendirilmesinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu sonuçlara göre sıfır hipotezi kabul edilebilir. PG ve PTUltimate kullanılan gruplarda debris taşıma miktarlarının, diğer eğelere göre daha düşük olduğu söylenebilir.

Çalışmada kullandığımız OR, Revo-S , PG, PTUltimate eğelerini literatürde birlikte kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Kullanılan eğelerin özelliklerine bakacak olursak; PTUltimate sistemi, değişken konikliği (protaper ailesi), asimetrik paralelkenar kesiti (PT Next), büyük konik açılı eğelerinin olması (Profile GT), M-Wire (PT Next), altın tel (PTG) ve mavi tel (Vortex Blue, Reciproc Blue) gibi farklı ısıl işlem görmüş eğelerinin bulunması sebebiyle birçok enstrümanda bulunan özellikleri taşımaktadır. Bu asimetrik kesit sayesinde eğelerin kök kanalına girdiklerinde "yılan benzeri" bir şekilde hareket ettikleri ileri sürülmüştür.¹⁴⁰ Diğer protaper eğeleri gibi sıralı sistemde oluşan ısıl işlem görmüş PTG eğelerinin, döngüsel yorgunluğa daha dirençli ve daha esnek olduğu belirtilmiştir. Her ege, sürekli değişen bir sarmal açığa sahip dışbükey bir üçgen kesit sergiler.²⁷ OR, ısıl işlem görmüş yeni resiprokal ege sistemidir. Artan eğilme mukavemeti, döngüsel yorgunluğa karşı geliştirilmiş direnç ve azaltılmış elastikiyet modülü, avantajlarıdır. Değişken ve asimetrik bölümü, kesme verimliliğini artırır ve debrisin temizlenmesini kolaylaştırır. Ayrıca segmenti, eğenin kanalda ortalanmasını sağlar.¹⁴¹ Revo-S eğeleri ise, asimetrik kesite ve üç keskin kesme kenarına sahiptir. Yenilikçi tasarımlarına dayanarak, Revo-S eğeleri, kolay kanal penetrasyonunu ve debrisin koronal olarak çıkarılmasını kolaylaştırır. Ayrıca, eğenin tasarımındaki asimetri, kanal tedavisi şekillendirme sırasında Revo-S eğelerinin stresini azaltır.¹⁴² Eğelerin apikalden debris taşıma miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı fark olmaması, tasarım ve metalurjik özelliklerine bakıldığında beklenen bir sonuç olduğunu belirtebiliriz.

Yapılmış olan bir çok çalışmada kök kanal tedavisinde şekillendirme için kullanılan tüm tekniklerin ve enstrümantasyonların apikalden debris taşıdığı bildirilmiştir.^{91,121,123,143} Al-Omari & Dummer¹²¹ stepback tekniği gibi doğrusal eğeleme içeren tekniklerin, dönme eylemi içeren tekniklere göre apikalde daha fazla debris birikimi oluşturduğunu doğrulamıştır. Reddy & Hicks¹⁴⁴ el enstrümantasyonu ve motorla çalışan tekniklerle çalışma yapan ilk kişiler olarak step back tekniğinin motorla çalışan aletlere ve dengeli kuvvet tekniğine göre apikalden daha fazla debris taşıdığını belirtmişlerdir. Günümüzde genellikle motorla çalışan NiTi eğelerle kök kanal tedavisi yapılmaktadır. NiTi eğelerin bıçak ve kesit tasarımı, konikliği, uç tipi, alaşımı, ısıl işlem tipi ve kinematikleri gibi değişken özellikleri apikalden taşınan debris miktarı üzerinde etkilidir.¹⁴⁵

Çalışmada farklı kinematiklerde çalışan eğeler kullanılmıştır. OR resiprokal hareket ile çalışırken diğer eğeler rotasyonel hareketle çalışmaktadır. İki hareket dinamiği olan resiprokasyon ve rotasyon birçok çalışmada karşılaştırılmıştır.^{5,146-150} Resiproc, OneShape (MikroMega, Fransa), Protaper (PT, Dentsply Maillefer,İsviçre) eğelerinin karşılaştırıldığı 2015 yılında yapılan çalışmada eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.¹⁴⁶ Benzer olarak Al-omari ve ark. tarafından yapılan çalışmada da istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmamıştır.¹⁴⁷ Bu sonuçlar bizim çalışmamızla uyumludur. Çalışmamızın sonucundan farklı olarak resiprokasyon [WaveOne, Reciproc, SafeSider (Essential Dental Systems, Güney Hackensack, NJ, ABD)] ve rotasyon [Typhoon (Clinical'sChoiceDentalProducts, New Milford, ABD), Protaper Universal, Mtwo (VDW, Münih, Almanya)] sistemlerinin karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada ise Reciproc eğesinin en az debris çıkışına sebep olduğu bildirilmiştir.¹⁴⁹ Reciproc, F360 (Brasseler, Lemgo, Almanya), OneShape ve Mtwo'nun kullanıldığı diğer bir çalışmada ise Resiproc eğesinin en fazla debris çıkışına sebep olduğu bildirilmiştir.⁶⁵ Çalışmalara bakıldığında, kullanılan kinematiklere ve eğe sistemlerine göre apikalden taşan debris miktarları değişmektedir.

Firmalar NiTi eğelerin üretiminde yeni yöntemler, farklı ısıl işlem ve kesitsel tasarım arayışı içindedir. Eğeler için kullanılan NiTi alaşımları, öncelikle östenit yapısal faz (konvansiyonel NiTi, M-Wire, R-Faz) ve ağırlıklı olarak martensit yapısal faz (CM Tel, Altın ve Mavi ısıl işlem görmüş NiTi) olarak gruplandırılabilir.¹⁵¹ Farklı eğe tasarımına ve hareket kinematiğine sahip 3 farklı ısıl işlem görmüş NiTi eğe sistemi kullanılan çalışmada apikalden debris taşıma miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.¹⁵² Mavi ısıl işlemin, apikalden debris taşıma üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada, Reciproc Blue eğesinin M-Wire Reciproc eğesine göre daha az debris taşıdığı belirtilmiştir.¹⁵³ Mavi ısıl işlemin daha az mikrosertlik , daha fazla esneklik etkileri sayesinde taşan debris miktarını etkileyebileceğini belirterek çalışmanın sonucunu bu duruma bağlamışlardır. Çalışmamızda ısıl işlem görmüş eğe sistemleri kullanılmıştır. Debris taşıma miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

OR, WaveOne Gold Primary (Dentsply Sirona, York, PA), ProTaper Next and One Curve eğelerinin kullanıldığı çalışmada OR ve OC eğelerinde diğer eğelerden daha az debris çıkışı olduğu bildirilmiştir.¹⁵⁴ Araştırmacılar bu sonucu OR ve OC 'nin

farklı kesit geometrisine bağlamaktadır. Eğelerin üçlü sarmal ve S-şekilli asimetrik kesiti eğe ve diş duvarları arasında daha fazla boşluğa yol açıp debrisin koronale doğru hareketine izin verebileceğini belirtmişlerdir.

Üç rotary döner eğesinin [PTUltimate(25.08v), TruNatomy (26.04v;TRN; Dentsply Sirona, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ve VDW.Rotate (25.06v;VDW GmbH, Münih, Almanya)] kullanıldığı çalışmada debris çıkışında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Miktar olarak en az debris çıkışı VDW.R eğesinde, en fazla debris çıkışı ise PTUltimate eğesinde olmuştur.¹⁵⁵ Araştırmacılar TRN ile PTUltimate arasındaki farkı TRN eğesinin ince olmasına, VDW.R ile PTUltimate arasındaki farkı koniklik derecesine bağlamaktadır. Bu açıklama %6 konikliğe sahip VDW.R ile %4 konikliğe sahip TRN eğelerindeki durumu açıklamamaktadır. Çalışmamızda farklı koniklikte eğeler kullanılmıştır. Bu çalışmadaki gibi debris taşıma miktarında anlamlı farklılık görülmemiştir.

ProTaper Next, ProTaper Gold ve TruNatomy rotary döner eğelerinin şekillendirme sırasında apikalden debris çıkışı miktarlarının karşılaştırıldığı çalışmada, TRN eğesinde istatistiksel olarak en az debris çıkışı olmuştur.¹⁵⁶ PTG ve TRN eğeleri arasında ve PTG ve PTN arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çakıcı ve ark.'nın PTG, ProTaper Universal (PTU) (Dentsply Maillefer,İsviçre), PTN ve Reciproc eğelerini kullanarak eğimli kanallarda apikalden debris çıkışını değerlendirdiği çalışmada ise PTU anlamlı derecede diğer eğelerden daha fazla debris çıkışına sebep olmuştur.¹⁵⁷ PTG ise diğer eğelerden anlamlı derecede daha az debris çıkışına sebep olmuştur. Çalışmamızda kullanılan eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmasa da PTUltimate ve PTG eğeleri miktar olarak daha az debris çıkışına sebep olmuştur. Eğelerin altın ısıl işlem görmesi, PTUltimate eğelerinin asimetrik paralelkenar kesiti, PTG eğelerin üçgen kesiti miktar olarak daha az debris çıkışına sebep olmuş olabilir.

ProTaper F2 (PT,25, .08; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Self-Adjusting (1,5 mm çap; Ra'anana, İsrail), Revo-S SU ve Reciproc eğelerinin karşılaştırıldığı çalışmada istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Miktar olarak en fazla debris çıkışı PT grubunda olurken, en az Reciproc grubunda olmuştur.¹⁵⁸ Çalışmamızda kullanılan eğelerle birebir uyumlu olmasa da tek eğe

sistemi ve sıralı sistem açısından karşılaştırınca, sonucu bizim çalışmamızla uyumlu görünmektedir.

Kök kanal tedavisi sırasında apikalden debris taşmasının kaçınılmaz bir durum olduğu yapılmış çalışmalarda da görülmektedir. Bu durum klinikte ise, taşan debrisin akut enflamatuvar yanıt göstermesi, enfeksiyon, işlem sonrası ağrı, randevular arası alevlenme ve uzun sürede ise tedavinin başarısızlığı gibi problemler yaratabilir.⁴⁷ Bu durumların yaşanması hekim-hasta arasındaki iletişimi etkileyebilir. Kök kanal tedavisinde hekim tarafından kontrol edilemeyen (foramen genişliği, mikroorganizma miktarı ve virülansı) faktörler olsa da¹⁴³; eğe seçimi, kullanılan yıkama iğnesi ve yıkama tekniği, iğne derinliği, doğru çalışma boyu gibi faktörler hekim tarafından kontrol edilebilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda OneReci, Revo-S Plus, Protaper Gold ve Protaper Ultimate eğeleri kullanılarak apikalden debris taşıma miktarları arasındaki fark değerlendirilmiştir.

1. Çalışmada kullanılan tüm eğelerin apikalden debris taşıdığı görülmüştür.
2. Kök kanal tedavisi sırasında taşan debris miktarları değerlendirmesinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmamıştır ($p>0,05$). Protaper Ultimate kullanılan grupta miktar olarak en az debris taşkınlığı olurken, Revo-S kullanılan grupta miktar olarak en fazla debris taşkınlığı olmuştur.
3. Çalışmamızda yıkama protokolünü standartize etmek için serum infüzyon pompası kullanılıp, yıkama hızı ve basıncı standart hale getirilmiştir. Diş seçiminde , apikal çapta ve çalışma boyunda standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır.
4. Taşkın debris miktarı değerlendirmeleri için kullanılan düzeneklerin hiçbiri, periapikal dokuları tam olarak taklit edememektedir. Ayrıca, taşan debrisin de dokuda oluşturacağı inflamatuvar yanıt gibi hasta kaynaklı durumlar göz ardı edilmektedir. Çalışmadaki ege sistemleri eşit koşullarda değerlendirildiği için elde edilen sonuçlar faydalı olacaktır.
5. Klinik şartları daha iyi yansıtan deney düzenekleriyle yapılacak çalışmalar daha güvenli sonuçlar verebilir. Ege sistemlerinin apikalden debris taşıma miktarlarına etkisi üzerine kesin sonuçlar sağlayabilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Topics*. 2005 Mar;10(1):77–102.
2. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: A literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. Vol. 47, *International Endodontic Journal*. 2014. p. 211–21.
3. Tanalp J. A critical analysis of research methods and experimental models to study apical extrusion of debris and irrigants. Vol. 55, *International Endodontic Journal*. John Wiley and Sons Inc; 2022. p. 153–77.
4. Siqueira JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. Vol. 36, *International Endodontic Journal*. 2003. p. 453–63.
5. Bürklein S, Schäfer E. Apically Extruded Debris with Reciprocating Single-File and Full-sequence Rotary Instrumentation Systems. *J Endod*. 2012 Jun;38(6):850–2.
6. Yılmaz K, Özyürek T. Apically Extruded Debris after Retreatment Procedure with Reciproc, ProTaper Next, and Twisted File Adaptive Instruments. *J Endod*. 2017 Apr;43(4):648–51.
7. Mittal R, Singla MG, Garg A, Dhawan A. A Comparison of Apical Bacterial Extrusion in Manual, ProTaper Rotary, and One Shape Rotary Instrumentation Techniques. *J Endod*. 2015;41(12):2040–4.
8. Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H. An In Vitro Comparison of Apically Extruded Debris and Instrumentation Times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex Instruments. *J Endod*. 2014 Oct;40(10):1638–41.
9. Desai P, Himel V. Comparative Safety of Various Intracanal Irrigation Systems. *J Endod*. 2009 Apr;35(4):545–9.

10. Singla D, Kataria B, Kaur U. How to Cite: Root canal cleaning and shaping : A review. Retrieved from International Journal of Health Sciences [Internet]. 2021;5(S1):95–112. Available from: <https://sciencescholar.us/journal/index.php/ijhs/article/view/5380>
11. Hulsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics*. 2005 Mar;10(1):30–76.
12. Kaufmann GB, Mayo I. The Story of Nitinol: The Serendipitous Discovery of the Memory Metal and Its Applications. *The Chemical Educator*. 1997 Jun;2(2):1–21.
13. Buehler WJ, Wang FE. A summary of recent research on the nitinol alloys and their potential application in ocean engineering. *Ocean Engineering*. 1968;1(1).
14. Anodic Polarization Behavior of Ti-Ni and Ti-6Al-4V in Simulated Physiological Solutions - Karen M. Speck, Anna C. Fraker, 1980.
15. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Palermo F, Gambarini G, Rapisarda E. Cyclic fatigue resistance of two reciprocating nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. *Int Endod J*. 2013 Feb;46(2):155–9.
16. Tabassum S, Zafar K, Umer F. Nickel-titanium rotary file systems: What's new? Vol. 4, *European Endodontic Journal*. Kare Publishing; 2019. p. 111–7.
17. Matwychuk MJ, Bowles WR, McClanahan SB, Hodges JS, Pesun IJ. Shaping Abilities of Two Different Engine-Driven Rotary Nickel Titanium Systems or Stainless Steel Balanced-Force Technique in Mandibular Molars. *J Endod*. 2007 Jul;33(7):868–71.
18. Govindaraju L, Jeevanandan G, Subramanian EMG. Clinical evaluation of quality of obturation and instrumentation time using two modified rotary file systems with manual instrumentation in primary teeth. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2017 Sep 1;11(9):ZC55–8.

19. Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of Canal Transportation and Centering Ability of Twisted Files, Pathfile-ProTaper System, and Stainless Steel Hand K-Files by Using Computed Tomography. *J Endod.* 2010 May;36(5):904–7.
20. Donfrancesco O, Giudice A Del, Zanza A, Relucenti M, Petracchiola S, Gambarini G, et al. Sem evaluation of endosequence bc sealer hiflow in different environmental conditions. *Journal of Composites Science.* 2021 Apr 1;5(4).
21. Del Fabbro M, Afrashtehfar KI, Corbella S, El-Kabbaney A, Perondi I, Taschieri S. In Vivo and In Vitro Effectiveness of Rotary Nickel-Titanium vs Manual Stainless Steel Instruments for Root Canal Therapy: Systematic Review and Meta-analysis. Vol. 18, *Journal of Evidence-Based Dental Practice.* Mosby Inc.; 2018. p. 59–69.
22. Gavini G, Santos M dos, Caldeira CL, Machado ME de L, Freire LG, Iglecias EF, et al. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res [Internet].* 2018 Oct 18 [cited 2023 Nov 20];32(suppl 1):e67. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242018000500602&lng=en&tlng=en
23. Zanza A, D’angelo M, Reda R, Gambarini G, Testarelli L, Di Nardo D. An update on nickel-titanium rotary instruments in endodontics: Mechanical characteristics, testing and future perspective—An overview. Vol. 8, *Bioengineering.* MDPI; 2021.
24. Panitvisai P, Parunnit P, Sathorn C, Messer HH. Impact of a Retained Instrument on Treatment Outcome: A Systematic Review and Meta-analysis. Vol. 36, *Journal of Endodontics.* 2010. p. 775–80.
25. Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Candeiro GTDM, Kawakami DAS. Resistance to flexural fatigue of reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod.* 2012 May;38(5):684–7.

26. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva EJNL, Souza EM, Versiani MA, et al. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J*. 2018 May 1;51(5):564–71.
27. STRATEGIES FOR GLIDE PATH MANAGEMENT [Internet]. Available from: www.endoruddle.com
28. Berutti E, Negro A, Lendini M, Pasqualini D. Influence of Manual Preflaring and Torque on the Failure Rate of ProTaper Rotary Instruments. *J Endod*. 2004 Apr;30(4):228–30.
29. Pashley DH. Dentin-Predentin Complex and Its Permeability: Physiologic Overview. *J Dent Res*. 1985;613–20.
30. Grossman LI. Origin of Microorganisms in Traumatized, Pulpless, Sound Teeth. *Journal of Dental Research*. *J Dent Res*. 1967;551–3.
31. Gier RE, Mitchell DF. Anachoretic Effect of Pulpitis. *J Dent Res*. 1968;564–70.
32. Domenico Ricucci JFS. Biofilms and Apical Periodontitis: Study of Prevalence and Association with Clinical and Histopathologic Findings. *J Endod*. 2010;36(8):1277–88.
33. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology.
34. Siqueira JF, Rôças IN. Microbiology of apical periodontitis. In: *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*. Wiley; 2019. p. 91–142.
35. Bergenholtz G. Microorganism From Necrotic Pulp Of Traumatized Teeth. 1974;
36. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1965;20(3):340–9.

37. Siqueira JF, Rôças IN, Paiva SSM, Magalhães KM, Guimarães-Pinto T. Cultivable bacteria in infected root canals as identified by 16S rRNA gene sequencing. *Oral Microbiol Immunol.* 2007 Aug;22(4):266–71.
38. I. N. Rôças JFSJr. Root Canal Microbiota of Teeth with Chronic Apical Periodontitis | *Journal of Clinical Microbiology.*
39. Blome B, Braun A, Sobarzo V, Jepsen S. Molecular identification and quantification of bacteria from endodontic infections using real-time polymerase chain reaction. *Oral Microbiol Immunol.* 2008 Oct;23(5):384–90.
40. Neves MAS, Provenzano JC, Rôças IN, Siqueira JF. Clinical Antibacterial Effectiveness of Root Canal Preparation with Reciprocating Single-instrument or Continuously Rotating Multi-instrument Systems. *J Endod.* 2016 Jan 1;42(1):25–9.
41. Siqueira, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro . *Int Endod J.* 1997 Jul;30(4):279–82.
42. Guerisoli DMZ, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J.* 2002 May;35(5):418–21.
43. Richard M. Moodnik DDS SODDMJFDMLDBGBD. Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 1976;2(9):261–6.
44. Teixeira CS, Felipe MCS, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCI on intracanal smear layer removal: An SEM analysis. *Int Endod J.* 2005 May;38(5):285–90.
45. Samuel Seltzer IJN. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod.* 1985;11(11):472–8.

46. Uzun İ, Güler B, Özyürek T, Uçarlı O, Bodrumlu E, Menek N. Assessment of the Nickel Ion Releases from the Broken Stainless Steel and Nickel Titanium Endodontic Instruments [Internet]. Vol. 9, Int. J. Electrochem. Sci. 2014. Available from: www.electrochemsci.org
47. Siqueira JF. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endod Topics*. 2005 Mar;10(1):123–47.
48. Samuel Seltzer WSISAGIBB. Biologic aspects of endodontics: Part III. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1968;26(5):694–705.
49. Farmakis ETR, Sotiropoulos GG, Abramovitz I, Solomonov M. Apical debris extrusion associated with oval shaped canals: a comparative study of WaveOne vs Self-Adjusting File. *Clin Oral Investig*. 2016 Nov 1;20(8):2131–8.
50. Topçuoğlu HS, Zan R, Akpek F, Topçuoğlu G, Uluşan, Aktı A, et al. Apically extruded debris during root canal preparation using Vortex Blue, K3XF, ProTaper Next and Reciproc instruments. *Int Endod J*. 2016 Dec 1;49(12):1183–7.
51. Borges ÁH, Pereira TM, Porto AN, De Araújo Estrela CR, Miranda Pedro FL, Aranha AMF, et al. The influence of cervical preflaring on the amount of apically extruded debris after root canal preparation using different instrumentation systems. *J Endod*. 2016 Mar 1;42(3):465–9.
52. Arslan H, Doğanay E, Alsancak M, Çapar ID, Karataş E, Gündüz HA. Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc® instruments with various kinematics. *Int Endod J*. 2016 Mar 1;49(3):307–10.
53. Aydın U, Zer Y, Zorlu Golge M, Kirkgoz Karabulut E, Culha E, Karataslioglu E. Apical extrusion of *Enterococcus faecalis* in different canal geometries during the use of nickel titanium systems with different motion types. *J Dent Sci*. 2017 Mar 1;12(1):1–6.

54. Teixeira JMS, Cunha FM, Jesus RO, Silva EJNL, Fidel SR, Sassone LM. Influence of working length and apical preparation size on apical bacterial extrusion during reciprocating instrumentation. *Int Endod J.* 2015 Jul 1;48(7):648–53.
55. Mendonça de Moura JD, Bueno CE da S, Fontana CE, Pelegrine RA. Extrusion of Debris from Curved Root Canals Instrumented up to Different Working Lengths Using Different Reciprocating Systems. *J Endod.* 2019 Jul 1;45(7):930–4.
56. Chang JWW, Cheung AWT, Cheung GSP. Effect of root canal dimensions, injection rate, and needle design on the apical extrusion of an irrigant: an in vitro study. *J Investig Clin Dent.* 2015 Aug 1;6(3):221–7.
57. Silva EJNL, Teixeira JM, Kudsi N, Sassone LM, Krebs RL, Coutinho-Filho TS. Influence of apical preparation size and working length on debris extrusion. *Braz Dent J.* 2016 Jan 1;27(1):28–31.
58. Plotino G, Nagendrababu V, Bukiet F, Grande NM, Veetil SK, De-Deus G, et al. Influence of Negotiation, Glide Path, and Preflaring Procedures on Root Canal Shaping—Terminology, Basic Concepts, and a Systematic Review. Vol. 46, *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc.; 2020. p. 707–29.
59. Topçuoğlu HS, Üstün Y, Akpek F, Aktı A, Topçuoğlu G. Effect of coronal flaring on apical extrusion of debris during root canal instrumentation using single-file systems. *Int Endod J.* 2016 Sep 1;49(9):884–9.
60. Gunes B, Yeter K. The effect of cervical preflaring on the apical debris extrusion of single or multiple rotary Ni-Ti files. In: *Nigerian Journal of Clinical Practice*. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2020. p. 510–4.
61. Keskin C, Sivas Yilmaz Ö, Inan U. Apically extruded debris produced during glide path preparation using R-Pilot, WaveOne Gold Glider and ProGlider in curved root canals. *Australian Endodontic Journal.* 2020 Dec 1;46(3):439–44.

62. Karataş E, Ersoy İ, Gündüz HA, Uygun AD, Kol E, Çakıcı F. Influence of Instruments Used in Root Canal Preparation on Amount of Apically Extruded Debris. *Artif Organs*. 2016 Aug 1;40(8):774–7.
63. Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz HR. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. Vol. 49, *International Endodontic Journal*. Blackwell Publishing Ltd; 2016. p. 255–70.
64. Sun C, Sun J, Tan M, Hu B, Gao X, Song J. Pain after root canal treatment with different instruments: A systematic review and meta-analysis. Vol. 24, *Oral Diseases*. Blackwell Publishing Ltd; 2018. p. 908–19.
65. Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J*. 2014;47(5):405–9.
66. Al Omari TMN, Rita G, Rosa M La, Haitham R, Albanna I, Tabnjh A, et al. The effect of different kinematics on apical debris extrusion with a single-file system *Odontology* [Internet]. Available from: www.random.org
67. Alves FRF, Paiva PL, Marceliano-Alves MF, Cabreira LJ, Lima KC, Siqueira JF, et al. Bacteria and Hard Tissue Debris Extrusion and Intracanal Bacterial Reduction Promoted by XP-endo Shaper and Reciproc Instruments. *J Endod*. 2018 Jul 1;44(7):1173–8.
68. Ahmad MZ, Sadaf D, MacBain MMC, Merdad KA. Effect of mode of rotation on apical extrusion of debris with four different single-file endodontic instrumentation systems: Systematic review and meta-analysis. Vol. 48, *Australian Endodontic Journal*. John Wiley and Sons Inc; 2022. p. 202–18.
69. Psimma Z, Boutsoukis C, Kastrinakis E, Vasiliadis L. Effect of needle insertion depth and root canal curvature on irrigant extrusion ex vivo. *J Endod*. 2013 Apr;39(4):521–4.

70. Chang JWW, Cheung AWT, Cheung GSP. Effect of root canal dimensions, injection rate, and needle design on the apical extrusion of an irrigant: an in vitro study. *J Investig Clin Dent*. 2015 Aug 1;6(3):221–7.
71. Cardenas Cuellar MR, Velasquez-espedilla EG, Pedrinha VF, Vivan RR, Duarte MAH, Andrade FB de. Can kinematics, file diameter, and PUI influence the intracanal decontamination and apical bacterial extrusion? *Braz Oral Res*. 2021;35:1–10.
72. İnce Yusufoglu S, Keskin NB, Saricam E, Bozkurt DA. Comparison of apical debris extrusion using EDDY, passive ultrasonic activation and photon-initiated photoacoustic streaming irrigation activation devices. *Australian Endodontic Journal*. 2020 Dec 1;46(3):400–4.
73. Walton R, Fouad A. Endodontic interappointment flare-Ups: A prospective study of incidence and related factors. *J Endod*. 1992;18(4):172–7.
74. Siqueira JF, Rocas IN, Favieri A, Machado AG, Gahyva SM, Oliveira JCM, et al. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod*. 2002;28(6):457–60.
75. DiRenzo A, Gresla T, Johnson BR, Rogers M, Tucker D, BeGole EA. Postoperative pain after 1- and 2-visit root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;93(5):605–10.
76. Yoldas O, Topuz A, Isçi AS, Oztunc H. Postoperative pain after endodontic retreatment: Single- versus two-visit treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. 2004 Oct;98(4):483–7.
77. Torabinejad M, Kettering JD, McGraw JC, Cummings RR, Dwyer TG, Tobias TS. Factors associated with endodontic interappointment emergencies of teeth with necrotic pulps. *J Endod*. 1988;14(5):261–6.
78. Imura N, Zuolo ML. Factors associated with endodontic flare-ups: a prospective study. *Int Endod J*. 1995;28(5):261–5.

79. Arias A, Azabal M, Hidalgo JJ, de la Macorra JC. Relationship between Postendodontic Pain, Tooth Diagnostic Factors, and Apical Patency. *J Endod.* 2009 Feb;35(2):189–92.
80. Hek Fak Derg D. Atatürk Üniv.
81. Dunsky JL, Moore PA. Long-acting local anesthetics: A comparison of bupivacaine and etidocaine in endodontics. *J Endod.* 1984;10(9):457–60.
82. Cohen S BR. *Pathways of the pulp* 8th ed. St. Louis Missouri: Mosby. 2002. 501–20 p.
83. Siqueira JF, Barnett F. Interappointment pain: mechanisms, diagnosis, and treatment. *Endod Topics.* 2004 Mar;7(1):93–109.
84. Negm MM. Intracanal use of a corticosteroid-antibiotic compound for the management of posttreatment endodontic pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;92(4):435–9.
85. Koçak MM, Çiçek E, Koçak S, Sağlam BC, Furuncuoğlu F. Comparison of ProTaper Next and HyFlex instruments on apical debris extrusion in curved canals. *Int Endod J.* 2016 Oct 12;49(10):996–1000.
86. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 1971;32(2):271–5.
87. Kaşıkçı Bilgi İ. Tek eğeli ve çok eğeli döner alet sistemlerinin kök kanal şekillendirme etkinliklerinin değişik parametrelerle değerlendirilmesi. . [İzmir]: Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2016.
88. Myers GL, Montgomery S. A Comparison of Weights of Debris Extruded Apically by Conventional Filing and Canal Master Techniques. Vol. 17. 1991.
89. Chapman CE, Collee JG, Beagrie GS. A Preliminary Report on the Correlation between Apical Infection and Instrumentation in Endodontics. *Int Endod J.* 1968 Jan 25;2(1):7–11.

90. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod.* 1987 Mar;13(3):102–8.
91. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology.* 2006 Feb;101(2):250–7.
92. Karatas E, Ozsu D, Arslan H, Erdogan AS. Comparison of the effect of nonactivated self-adjusting file system, Vibringe, EndoVac, ultrasonic and needle irrigation on apical extrusion of debris. *Int Endod J.* 2015 Apr 28;48(4):317–22.
93. Doğanay Yıldız E, Arslan H. The effect of blue thermal treatment on endodontic instruments and apical debris extrusion during retreatment procedures. *Int Endod J.* 2019 Nov 24;52(11):1629–34.
94. De-Deus GA, Nogueira Leal Silva EJ, Moreira EJ, de Almeida Neves A, Belladonna FG, Tameirão M. Assessment of Apically Extruded Debris Produced by the Self-Adjusting File System. *J Endod.* 2014 Apr;40(4):526–9.
95. Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod.* 1977 Oct;3(10):394–8.
96. Altundasar E, Nagas E, Uyanık O, Serper A. Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2011 Oct;112(4):e31–5.
97. Hachmeister D, Schindler W, Walker W, Deneethomas D. The Sealing Ability and Retention Characteristics of Mineral Trioxide Aggregate in a Model of Apexification. *J Endod.* 2002 May;28(5):386–90.
98. Lu Y, Wang R, Zhang L, Li HL, Zheng QH, Zhou XD, et al. Apically extruded debris and irrigant with two

systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *Int Endod J.* 2013 Dec 8;46(12):1125–30.

99. Soi S, Yadav S, Sharma S, Sharma M. In Vitro Comparison of Apically Extruded Debris during Root Canal Preparation of Mandibular Premolars with Manual and Rotary Instruments. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2015;9(3):131–7.
100. Kfir A, Moza-Levi R, Herteanu M, Weissman A, Wigler R. Apical extrusion of debris during the preparation of oval root canals: a comparative study between a full-sequence SAF system and a rotary file system supplemented by XP-endo finisher file. *Clin Oral Investig.* 2018 Mar 12;22(2):707–13.
101. Karataş E, Arslan H, Kırıcı DÖ, Alsancak M, Çapar İD. Quantitative evaluation of apically extruded debris with Twisted File Adaptive instruments in straight root canals: reciprocation with different angles, adaptive motion and continuous rotation. *Int Endod J.* 2016 Apr 16;49(4):382–5.
102. Topçuoğlu HS, Demirbuga S, Topçuoğlu G. Evaluation of apically extruded debris during the removal of canal filling material using three different Ni-Ti systems and hand files in teeth with simulated apical root resorption. *Int Endod J.* 2020 Mar 3;53(3):403–9.
103. Amaral AP, Limongi PBOC, Fontana CE, Martin AS De, Bueno CEDS, Pinheiro SL. Debris Apically Extruded by Two Reciprocating Systems: A Comparative Quantitative Study. *Eur J Dent.* 2019 Oct 31;13(04):625–8.
104. Mustafa R, Al Omari T, Al-Nasrawi S, Al Fodeh R, Dkmak A, Haider J. Evaluating In Vitro Performance of Novel Nickel-Titanium Rotary System (TruNatomy) Based on Debris Extrusion and Preparation Time from Severely Curved Canals. *J Endod.* 2021 Jun;47(6):976–81.
105. Adl A, Sahebi S, Moazami F, Niknam M. Comparison of apical debris extrusion using a conventional and two rotary techniques. *Iran Endod J.* 2009;4(4):135–8.

106. De-Deus G, Brandão MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RAS, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2010 Sep;110(3):390–4.
107. Silva EJNL, Sá L, Belladonna FG, Neves AA, Accorsi-Mendonça T, Vieira VTL, et al. Reciprocating Versus Rotary Systems for Root Filling Removal: Assessment of the Apically Extruded Material. *J Endod*. 2014 Dec;40(12):2077–80.
108. Yeter KY, Evcil MS, Ayrançi LB, Ersoy I. Weight of apically extruded debris following use of two canal instrumentation techniques and two designs of irrigation needles. *Int Endod J*. 2013 Sep 26;46(9):795–9.
109. Dincer AN, Er O, Canakci BC. Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment with several NiTi systems. *Int Endod J*. 2015 Dec 19;48(12):1194–8.
110. Boijink D, Costa DD, Hoppe CB, Kopper PMP, Grecca FS. Apically Extruded Debris in Curved Root Canals Using the WaveOne Gold Reciprocating and Twisted File Adaptive Systems. *J Endod*. 2018 Aug;44(8):1289–92.
111. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Braz Dent J*. 2007;18(1):16–9.
112. Hinrichs RE, Walker WA, Schindler WG. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *J Endod*. 1998 Feb;24(2):102–6.
113. Karataslioglu E, Arslan H, Er G, Avci E. Influence of canal curvature on the amount of apically extruded debris determined by using three-dimensional determination method. *Australian Endodontic Journal*. 2019 Aug 14;45(2):216–24.
114. Serefoglu B, Kandemir Demirci G, Miçoogulları Kurt S, Kaşıkçı Bilgi İ, Çalışkan MK. Impact of root canal curvature and instrument type on the

- amount of extruded debris during retreatment. *Restor Dent Endod*. 2021 Feb;46(1):e5.
115. Ehsani M, Farhang R, Harandi A, Tavanafar S, Raoof M, Galledar S. Comparison of Apical Extrusion of Debris by Using Single-File, Full-Sequence Rotary and Reciprocating Systems. *J Dent (Tehran)*. 2016 Nov;13(6):394–9.
 116. Ruiz-Hubard EE, Gutmann JL, Wagner MJ. A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *J Endod*. 1987 Dec;13(12):554–8.
 117. Kum K, Spangberg L, Cha B, Ilyoung J, Seungjong L, Chanyoung L. Shaping Ability of Three ProFile Rotary Instrumentation Techniques in Simulated Resin Root Canals. *J Endod*. 2000 Dec;26(12):719–23.
 118. Malentacca A, Uccioli U, Zangari D, Lajolo C, Fabiani C. Efficacy and Safety of Various Active Irrigation Devices When Used with Either Positive or Negative Pressure: An In Vitro Study. *J Endod*. 2012 Dec;38(12):1622–6.
 119. Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *Int Endod J*. 2009 Jan 16;42(1):59–65.
 120. Çanakçı BC, Ustun Y, Er O, Genc Sen O. Evaluation of Apically Extruded Debris from Curved Root Canal Filling Removal Using 5 Nickel-Titanium Systems. *J Endod*. 2016 Jul;42(7):1101–4.
 121. Al-Omari MAO, Dummer PMH. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod*. 1995 Mar;21(3):154–8.
 122. Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M. The Effect of Maintaining Apical Patency on Periapical Extrusion. *J Endod*. 2001 Nov;27(11):696–8.
 123. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod*. 2005;31(7):533–5.

124. Çiçek E, Koçak M, Koçak S, Sağlam B. Comparison of the amount of apical debris extrusion associated with different retreatment systems and supplementary file application during retreatment process. *Journal of Conservative Dentistry*. 2016;19(4):351.
125. Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1982 Jun;53(6):611–3.
126. Frota MMA, Bernardes RA, Vivian RR, Vivacqua-Gomes N, Duarte MAH, Vasconcelos BC de. Debris extrusion and foraminal deformation produced by reciprocating instruments made of thermally treated NiTi wires. *Journal of Applied Oral Science*. 2018 Jan 18;26(0).
127. Silveira C. Influence of different irrigation solutions and instrumentation techniques on the amount of apically extruded debris. *Eur Endod J*. 2019;
128. Nevares G, Xavier F, Gominho L, Cavalcanti F, Cassimiro M, Romeiro K, et al. Apical Extrusion of Debris Produced during Continuous Rotating and Reciprocating Motion. *The Scientific World Journal*. 2015;2015:1–5.
129. VandeVisse JE, Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod*. 1975 Jul;1(7):243–6.
130. Wang R, Shen Y, Ma J, Huang D, Zhou X, Gao Y, et al. Evaluation of the Effect of Needle Position on Irrigant Flow in the C-shaped Root Canal Using a Computational Fluid Dynamics Model. *J Endod*. 2015 Jun;41(6):931–6.
131. Parirokh M, Jalali S, Haghdoost AA, Abbott PV. Comparison of the Effect of Various Irrigants on Apically Extruded Debris after Root Canal Preparation. *J Endod*. 2012 Feb;38(2):196–9.
132. Silva PB, Krolow AM, Pilownic KJ, Casarin RP, Lima RKP, Leonardo R de T, et al. Apical Extrusion of Debris and Irrigants Using Different Irrigation Needles. *Braz Dent J*. 2016 Apr;27(2):192–5.

133. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, et al. The Effect of Needle-insertion Depth on the Irrigant Flow in the Root Canal: Evaluation Using an Unsteady Computational Fluid Dynamics Model. *J Endod*. 2010 Oct;36(10):1664–8.
134. Yeter KY, Evcil MS, Ayranci LB, Ersoy I. Weight of apically extruded debris following use of two canal instrumentation techniques and two designs of irrigation needles. *Int Endod J*. 2013 Sep 26;46(9):795–9.
135. De-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonça TA, Lourenço C, Calixto C, et al. Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig*. 2015 Mar 21;19(2):357–61.
136. Dincer A, Guneser M, Arslan D. Apical extrusion of debris during root canal preparation using a novel nickel-titanium file system: WaveOne gold. *Journal of Conservative Dentistry*. 2017;20(5):322.
137. Jindal R, Singh S, Gupta S, Jindal P. Comparative evaluation of apical extrusion of debris and irrigant with three rotary instruments using crown down technique – An in vitro study. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2012 May;2(2):105–9.
138. Koşar T, Çelik D, Taşdemir T. Apically extruded debris of different file systems used with various kinematic movements during retreatment: An in vitro study. *Australian Endodontic Journal*. 2023 Sep 20;49(S1):33–40.
139. Tasdemir T, Er K, Çelik D, Aydemir H. An in vitro comparison of apically extruded debris using three rotary nickel-titanium instruments. *J Dent Sci*. 2010 Sep;5(3):121–5.
140. Ruddle CJ. The ProTaper technique. *Endod Topics*. 2005 Mar 18;10(1):187–90.
141. Singh S, Attur K, Oak A, Mustafa M, Bagda KK, Kathiria N. An Appraisal on Newer Endodontic File Systems: A Narrative Review. *J Contemp Dent Pract*. 2023 Feb 7;23(9):944–52.

142. Pattanaik P, Balasubramanian A, Veeralakshmi P, Singh G, Sadananda V, Ahmed H, et al. Comparative Evaluation of the Shaping Ability of the Recent, Fifth-generation ProTaper Next and Revo-S NiTi Rotary Endodontic Files Using Three-dimensional Imaging: An Imaging-based Study. *J Microsc Ultrastruct.* 2023 Dec 12;
143. Kuştarıcı A, Akpınar KE, Sümer Z, Er K, Bek B. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of various instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2008 Dec 11;41(12):1066–71.
144. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod.* 1998;24(3):180–3.
145. Tinoco JM, De-Deus G, Tinoco EMB, Saavedra F, Fidel RAS, Sassone LM. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multife instrumentation systems. *Int Endod J.* 2014 Jun 24;47(6):560–6.
146. Küçükylmaz E, Savas S, Saygılı G, Uysal B. Assessment of apically extruded debris and irrigant produced by different nickel-titanium instrument systems. *Braz Oral Res.* 2014 Nov 11;29(1):1–6.
147. Al Omari TMN, La Rosa GRM, Albanna RHI, Tabnjh A, Papale F, Pedullà E. The effect of different kinematics on apical debris extrusion with a single-file system. *Odontology.* 2023 Oct 14;111(4):910–5.
148. Kumar U, Parmar P, Vashisht R, Tandon N, Kaur CK. Incidence of postoperative pain after using single continuous, single reciprocating, and full sequence continuous rotary file system: a prospective randomized clinical trial. *J Dent Anesth Pain Med.* 2023;23(2):91.
149. Uzun I, Güler B, Özyürek T, Tunç T. Apical extrusion of debris using reciprocating files and rotary instrumentation systems. *Niger J Clin Pract.* 2016;19(1):71.
150. Lu Y, Chen M, Qiao F, Wu L. Comparison of apical and coronal extrusions using reciprocating and rotary instrumentation systems. *BMC Oral Health.* 2015 Dec 7;15(1):92.

151. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. *Int Endod J.* 2018 Oct 19;51(10):1088–103.
152. Sowjanya T, Parvathaneni K, Raju TBVG, Varma NM, Dondapati GD, Podili S. Comparative evaluation of apically extruded debris using three different thermomechanically heat treated file systems with two different motions: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry.* 2022 May 1;25(3):269–73.
153. Doğanay Yıldız E, Arslan H. The effect of blue thermal treatment on endodontic instruments and apical debris extrusion during retreatment procedures. *Int Endod J.* 2019 Nov 24;52(11):1629–34.
154. Kharouf N, Pedullà E, Nehme W, Akarma K, Mercey A, Gros CI, et al. Apically Extruded Debris in Curved Root Canals Using a New Reciprocating Single-File Shaping System. *J Endod.* 2022 Jan 1;48(1):117–22.
155. Eskibağlar M, Yeniçeri Özata M, Timis L Iacobina. Comparison of ProTaper Ultimate, TruNatomy, and Rotate rotary files in apical debris extrusion. *International Dental Research.* 2023 Oct 15;13(S1):26–31.
156. Yılmaz Çırakoglu N, Özbay Y. Apically extruded debris associated with ProTaper Next, ProTaper Gold and TruNatomy systems: An in vitro study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2021 Feb 13;15(1):30–4.
157. Cakici F, Cakici EB, küçükekenci FF, Uygun AD, Arslan H. Apically Extruded Debris during Root Canal Preparation using ProTaper Gold, ProTaper Universal, ProTaper Next, and RECIPROC Instruments. *Int J Artif Organs.* 2016 Mar 30;39(3):128–31.
158. Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, Türker SA, Sağsen B, Er Ö. Apical Extrusion of Debris Using Self-Adjusting File, Reciprocating Single-file, and 2 Rotary Instrumentation Systems. *J Endod.* 2013 Oct;39(10):1278–80.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Onay Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 20.04.2023-E.358636



T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-60116787-020-358636
Konu : Başvurunuz Hk.

20.04.2023

Sayın Doç. Dr. İhsan Furkan ERTUĞRUL

İlgi : 10.04.2023 tarihli dilekçeniz. *192.168.202.50*
57339

27.04.2023
İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**Kök Kanal Tedavisinde Kullanılan Yeni Eğe Sistemlerinin Apikalden Debris Taşıma Miktarının Değerlendirilmesi**" konulu çalışmanız **18.04.2023 tarih ve 07 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Hülya ÇETİN
Kurul Başkanı