

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

ROTASYON VE RESİPROKAL HAREKETLE ÇALIŞAN İKİ
FARKLI TEK EĞE SİSTEMİNDE KORONAL
GENİŞLETMENİN KANAL TRANSPORTASYONUNA ETKİSİ

UZMANLIK TEZİ

Arş. Gör. Açelya DEMİRCİ ÖNDER

ZONGULDAK

2025

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

ROTASYON VE RESİPROKAL HAREKETLE ÇALIŞAN İKİ
FARKLI TEK EĞE SİSTEMİNDE KORONAL
GENİŞLETMENİN KANAL TRANSPORTASYONUNA ETKİSİ

Arş. Gör. Açelya DEMİRCİ ÖNDER

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Baran Can SAĞLAM

ZONGULDAK

2025

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince, bilgi ve tecrübeleriyle bana her konuda yol gösteren, desteğini her zaman hissettiğim, öğrencisi olmaktan büyük mutluluk duyduğum değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Baran Can SAĞLAM'a,

Her birinden bilimsel ve mesleki açıdan çok şey öğrendiğim, değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Mustafa Murat KOÇAK, Sayın Prof. Dr. Sibel KOÇAK, Sayın Prof. Dr. Sevinç AKTEMUR TÜRKER, Sayın Prof. Dr. Emre BODRURLU, Sayın Dr. Öğretim Üyesi Ecehan HAZAR'a,

En başından itibaren yanımda olan, bana her zaman desteğini hissettiren, istediğimiz her şeyi birlikte halledebileceğimize beni inandıran, hayat arkadaşım, çok değerli eşim Dt. Burak Arda ÖNDER'e,

Uzmanlık eğitimine birlikte başladığım, bu yolculuğu çok daha keyifli ve daha az zahmetli hale getiren, birbirimizin her anlamda en büyük destekçisi olduğumuz, canım eşkıdemlilerim Dt. Beyza SAĞLAM, Dt. Buket ALGAN ve Dt. Maide DAYICAN'a, canım kardeşlerim Dt. Berkcan SAĞLAM, Dt. Ziya KARATAŞ ve Ramazan ALGAN'a,

Birlikte çalışmaktan keyif aldığım değerli araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve bölümün tüm personeline,

Her zaman sevgilerini ve desteklerini hiç esirgemeyen, varlıklarıyla bana güven veren, emekleri karşısında teşekkürün az geleceği canım aileme,

Tüm kalbim ve en içten duygularımla sonsuz teşekkür ederim.

Açelya DEMİRCİ ÖNDER,

Ocak 2025, ZONGULDAK

ÖZET

Açelya DEMİRCİ ÖNDER, Rotasyon ve Resiprokal Hareketle Çalışan İki Farklı Tek Eğe Sisteminde Koronal Genişletmenin Kanal Transportasyonuna Etkisi. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2024.

Bu çalışmanın amacı rotasyon ve resiprokal hareketle çalışan iki farklı tek eğe sisteminde (One Curve ve One RECI) koronal genişletmenin (One Flare) kanal transportasyonuna etkisinin S-şekilli simüle edilmiş rezin bloklarda incelenmesidir. Çalışmada 48 adet S-şekilli simüle edilmiş rezin blok siyah mürekkep kullanılarak boyandı ve fotoğraflandı. Bloklar daha sonra rastgele dört gruba ayrıldı: A Grubu (OC) (n = 12), B Grubu (OR) (n = 12), C Grubu (OF + OC) (n = 12) ve D Grubu (OF + OR) (n=12). Simüle edilen kök kanalları NiTi eğe sistemine göre prepare edildi ve kırmızı mürekkeple boyandıktan sonra tekrar fotoğraflandı. Preparasyon öncesi ve sonrası görüntüler üst üste karşılaştırıldı ve kanalın hem mesial hem de distal tarafından çıkarılan rezin miktarı, 1 mm'lik bir artışla apikal foramenden 10 mm'ye kadar ölçüldü. Şekillendirme süresi de hesaplandı. Elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edildi. Tüm gruplar arasında transportasyon açısından anlamlı fark gözlenmedi ($p>0.05$). Farklı kinematiklerle çalışan tek eğe sistemleri arasında transportasyon açısından anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). Her iki koronal genişletme eğeleri kullanılan gruplarda anlamlı olarak daha yüksek şekillendirme süreleri gözlemlendi ($p<0.05$). Farklı kinematiklere sahip iki farklı tek eğe sistemi arasında benzer transportasyon görüldü. Koronal genişletmenin transportasyon üzerine anlamlı bir etkisi gözlenmedi.

Anahtar kelimeler: Koronal genişletme, Tek eğe sistemi, Transportasyon

ABSTRACT

Açelya DEMİRCİ ÖNDER, The Effect of Coronal Flaring on Canal Transportation in Two Different Single File Systems Operated by Rotation and Reciprocal Movement. Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, Master Thesis, Zonguldak, 2024.

The aim of this study was to investigate the effect of coronal flaring on canal transport in S-shaped simulated resin blocks in two different single file systems with rotation and reciprocal motion. In the study, 48 S-shaped simulated resin blocks were stained and photographed using black ink. The blocks were then randomly divided into four groups: Group A (OC) (n = 12), Group B (OR) (n = 12), Group C (OF + OC) (n = 12) and Group D (OF + OR) (n = 12). Simulated canals were prepared according to the NiTi file system and photographed again after staining with red ink. The pre- and post-preparation images were superimposed and the amount of resin removed from both the mesial and distal side of the canal was measured from the apical foramen to 10 mm in a 1 mm increment. The preparation time was also calculated. The data obtained were statistically analyzed. No significant difference was observed between all groups in terms of transportation ($p>0.05$). The groups with coronal flaring showed statistically significantly higher transport values than the groups without coronal flaring ($p<0.05$). There was no significant difference in transport between single file systems with different kinematics ($p>0.05$). Significantly higher shaping times were observed in the groups using both coronal flaring files ($p<0.05$). Similar transport was observed between two different single file systems with different kinematics. No significant effect of coronal flaring on transport was observed.

Key Words: Coronal flaring, Single file system, Transportation

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİL DİZİNİ	x
TABLO DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Kök Kanallarının Preparasyonu	4
2.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesinde Kullanılan Yöntemler.....	6
2.2.1. El aletleri ile şekillendirme	7
2.2.2. NiTi döner aletleri ile şekillendirme	10
2.2.3. Hibrit şekillendirme	15
2.3. Nikel Titanyum Tek Eğe Sistemleri	15
2.4. Çalışmada Kullanılan Eğeler.....	15
2.4.1. One Flare (Micro Mega, Besançon, Fransa)	16
2.4.2. One Curve (Micro Mega, Besançon, Fransa).....	17
2.4.3. One RECI (Micro Mega, Besançon, Fransa)	18
2.5. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi Sırasında Yapılan Hatalar.....	19
2.5.1. Basamak (ledging) oluşumu.....	19
2.5.2. Yetersiz kanal preparasyonu.....	20
2.5.3. Aşırı kanal preparasyonu.....	21
2.5.4. Zip (fermuar) oluşumu	21
2.5.5. Dirsek (elbow) oluşumu.....	21
2.5.6. Strip perforasyon	22
2.5.7. Çalışma boyu kaybı.....	22
2.5.8. Alet kırığı oluşması	23
2.6. Koronal Genişletme	25

2.6.1. Apikal eğe boyutunun belirlenmesi.....	26
2.6.2. Çalışma boyu belirleme.....	27
2.6.3. Kök dentin defektleri.....	27
2.6.4. Kök dentin kalınlığı	28
2.6.5. Alet kırılması.....	28
2.6.6. Transportasyon ve kanal temizliği	28
2.6.7. Apikal debris ekstrüzyonu.....	29
2.7. Koronal Genişletmede Kullanılan Aletler	29
2.7.1. Frezler	29
2.7.2. Eğeler	30
2.8. Kök Kanal Preparasyonunun Etkinliğinin İncelenmesine Yardımcı Yöntemler	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM	34
3.1. Simüle Kanallı Rezin Blokların Hazırlanması	34
3.2. Rezin Blokların Preparasyonu.....	35
3.3. Preparasyon Öncesi ve Sonrası Görüntülerin Değerlendirilmesi.....	37
3.3.1. Transportasyon yönü ve miktarı.....	39
3.4. İstatistiksel Analiz	39
4. BULGULAR	40
5. TARTIŞMA	42
6. SONUÇLAR	48
7. KAYNAKÇA	49
8. EKLER.....	67
Ek1. İntihal Beyan Formu	67
Ek 2. İntihal Tespit Program Çıktısı.....	68
Ek 3. Tez Yazım Değerlendirme Formu	69
9. ÖZGEÇMİŞ	70

SİMGELER VE KISALTMALAR

ÇB	Çalışma boyu
EDTA	Etilendiamin tetraasetik asit
EP	Electropolishing
GG	Gates Glidden
mL	Mililitre
mm	Milimetre
n	Örnek sayısı
NaOCl	Sodyum hipoklorit
NiTi	Nikel Titanyum
OC	One Curve
OF	One Flare
OR	One RECI
SAF	Self Adjusting File
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

ŞEKİL DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1. K tipi ve H tipi el eğesi	8
2. Niti alaşımların faz dönüşüm grafiği (https://www.dentistrytoday.com/heat-treated-niti-endodontic-files/ dan uyarlanmıştır.)	11
3. One Flare Eğesi	16
4. One Curve Eğesi	17
5. A) One RECI eğesi, B) Eğenin koronal kesiti, C) Eğenin apikal kesiti	19
6. Basamak oluşumu	19
7. Aşırı kanal preparasyonu	21
8. Zip ve Dirsek oluşumu	22
9. Strip perforasyon	22
10. Kırık alet	24
11. Rezin blokların mürekkep ile boyanması	34
12. 10K eğe ile apikal açıklık kontrolü yapılması	35
13. Çalışmada kullanılan One Curve eğesi	36
14. Çalışmada kullanılan One RECI eğesi	36
15. Çalışmada kullanılan One Flare Eğesi	37
16. Rezin blokların ölçüm noktalarına ayrılması	38
17. Transportasyon miktarı= A-B	38
18. Tüm grupların 10 mm'deki kök kanal transportasyon değerleri	40
19. Tüm grupların şekillendirme süresine ait grafik	41

TABLO DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
1. Rezin bloklar 4 deney grubuna ayrıldı (n:12).	35
2. Kanal transportasyon miktarına ait istatistiksel veriler	40
3. Şekillendirme süresine ait istatistiksel veriler	41



1. GİRİŞ

Kök kanal hazırlığının temel amacı kanaldaki enfekte ve nekrotik pulpa dokusunun uzaklaştırılmasıdır. Aynı zamanda kök kanalının orijinal şeklinin korunması ve sağlıklı kök dentininin korunması da dişlerin uzun dönemdeki prognozu açısından önemlidir. Ancak karmaşık kök kanal anatomisi kanal preparasyonunu zorlaştırır, bu durum da kanal transportasyonu, basamak oluşumu, zip oluşumu ve perforasyon gibi işlem hatalarına neden olabilir ve yetersiz dezenfeksiyona yol açabilir (1). Kök kanal anatomisinin bütünlüğü ve yapısı korunarak kemomekanik şekillendirme yapılması başarılı bir endodontik tedavi için en önemli adımlardan biri sayılmaktadır (2).

Kök kanal sisteminde kolonize halde bulunan ve burada biyofilmler halinde üreyen bakteriler apikal periodontitis etiyolojisinde rol oynamaktadır (3). Bu biyofilmler ayrıca apikal dallanmalarda, lateral kanallarda ve ana kök kanallarını birbirine bağlayan isthmuslarda da tespit edilmiştir (4). Özellikle dezenfeksiyon işlemi sadece ana kök kanal boşluğuyla sınırlı kalmamalı, aynı zamanda ana kanalı bağlı olan lateral kanal sistemine de ulaşmalıdır (5,6). İrrigasyonun amacı pulpa dokusunu ve/veya mikroorganizmaları (planktonik veya biyofilm) kök kanal sisteminden uzaklaştırmaktır (7). İrrigasyon ayrıca kök kanalının enstrümantasyonunu takiben oluşan smear tabakasını ve dentin debrisini de temizlemelidir (8).

Nikel-Titanyum (NiTi) döner ege sistemleri, özel alaşımlar, farklı kesit tasarımları, kesme kenarları ve değişen koniklik ile esnekliği arttırmak ve iyatrojenik hataları azaltmak için geliştirilmiştir. NiTi alaşımının ısıl işlemi, alaşımın mikro yapısını kontrol ederken geçiş sıcaklığını ayarlayarak mekanik performansı iyileştirmeye yönelik üretim yöntemlerinden biridir. Yani, ısıl işlem görmüş NiTi alaşımı esas olarak daha esnek olan R-faz veya martensitik fazı içerirken, geleneksel NiTi alaşımı östenitik fazı içerir (9).

Önerilen alet tasarımlarının ana hedeflerinden biri, NiTi alaşımlarının ısı işlemi yoluyla kanal transportasyonunu azaltmak ve kanal aletinin merkezde kalmasını geliştirmektir (10). Isıl işlemler, NiTi alaşımının östenitik bitiş sıcaklığını değiştirerek kanal içi sıcaklıkta daha esnek eğelerin kullanılmasına ve bükülme direncinde potansiyel artışa olanak tanır (11). Bu alaşımların kullanılması kök kanal tedavisinin kalitesinde ve klinik performansında iyileşme sağlamıştır (12).

Son zamanlarda kök kanal tedavisinin hazırlanmasında farklı tasarımlara, ısıl işlemlere ve kinematiklere sahip NiTi tek ege sistemlerini kullanan yeni enstrümantasyon teknikleri tanıtılmıştır (13). One Curve (OC) (Micro-Mega, Besançon, Fransa) ve One RECI (OR) (Micro-Mega, Besançon, Fransa) yakın zamanda piyasaya sürülen tek ege sistemleridir. One Curve tek ege sistemi, rotasyonel hareket ile çalışır ve C-wire ısıl işlem teknolojisi ile üretilmiştir. Eğenin ucunda üçgen şekli ve gövde yakınında S şekli bulunan değişken kesitlere sahiptir. Bu tasarımı sayesinde daha iyi merkezde kalma ve kesme etkinliği gösterir (14). One RECI patentli asimetrik kesiti ile kesme etkinliği ve döngüsel yorgunluğa karşı direnci arttırıldığı için daha güvenli, C-Wire ısıl işlem teknolojisi ile üretildiği için kanal anatomisine daha da uyumlu minimal invaziv şekillendirme yapan tek ege sistemidir (15).

Kök kanalı preparasyonu sırasında motorla çalışan aletlerin kullanımının artması ile bu aletlerin özelliklerinin ve sınırlamalarının doğru anlaşılması gerekmektedir. NiTi döner aletler, süperelastik özellikleri nedeniyle paslanmaz çelik eğelerden daha üstündür. Bu özellik, endodontik eğeleri daha elastik hale getirir ve kök anatomisine uyumlarını ve kırılmaya karşı dirençlerini artırır (16).

Kök kanal preparasyonu sırasında koronal ön genişletme yapılmasının amacı, kanalların apikal bölgesine veya apikal kurvatürlere doğrudan erişim sağlamaktır (17). Ayrıca kök kanalının koronal ön genişletilmesi, kök kanalı girişinden engellerin kaldırılması ve endodontik aletin kök kanalının apikal kısmına düz bir şekilde erişimine imkân sağlaması olarak tanımlanır (18). Bu amaçla One Flare (OF) (Micro-Mega, Besançon, Fransa); taper açısı %9 olan, ısıl işlem görmüş ve koronal genişletme için kullanılan yeni nesil NiTi eğelerden biridir (19).

Koronal ön genişletme, furkasyon bölgesinin rezidüel dentin kalınlığını ve kırılabilirliğini etkileyebilir bu yüzden çok fazla koronal genişletme yapmaktan kaçınılmalıdır (20). Gu ve ark.'ı (21), kökün apikalinde eğim olan dişlerde, biyomekanik preparasyon sırasında kökteki eğimin kanal aletlerinde aniden kırılmalara neden olabildiği, kırılma riskini de en aza indirmek ve apikal genişletmenin rahat bir şekilde yapılabilmesi için koronal genişletmenin (flaring) uygulanması gerektiğini savunmuşlardır.

Koronal ön genişletme klinisyen için bir dizi avantaj sağlar. İlk olarak, bu prosedürün çalışma boyundaki (ÇB) değişiklikleri basitleştirdiği görülmüştür. Ayrıca, apikal üçte birlik kısma erişimi kolaylaştırır ve böylece kök kanalında enstrümantasyon ve irrigasyon işlemini kolaylaştırır. Ayrıca koronal ön genişletmenin çalışma boyunun daha doğru belirlenmesine katkı sağladığı bulunmuştur (22).

Günümüzde koronal şekillendirmenin, şekillendirme aletlerinin davranışı üzerindeki etkileri hakkında sınırlı bilgi mevcuttur (23). Özel eğeler aracılığıyla koronal ön genişletme, şekillendirme eğeleri ile dentin duvarları arasındaki temas yüzeyini azaltarak aletlerin kanalın orta ve apikal üçte birlik kısmına daha düz bir şekilde erişmesini sağlamayı amaçlar. Bu ek adım, normalde torsiyonel strese neden olan ve aletin kırılmasına yol açabilen dentin duvarlarına aşırı eğe temasını önlemelidir (24).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanallarının Preparasyonu

Kök kanal preparasyonunun esas amacı; kök kanalının kullanılan kanal aletinin şeklini almasıdır. Bununla beraber biyolojik ve anatomik sorunları ele alan modern endodontide ‘temizleme’ ve ‘şekillendirme’ daha doğru tanımlama olacaktır (25). Kök kanalına formunu verenin eğeler olduğunun, fakat kök kanal sistemini, irrigasyon solüsyonlarının temizlediğini farkında olmak gerekir (26). Kanal tedavisinde başarılı bir irrigasyon ve iyi bir dolumun yapılabilmesi için ideal kök kanal şekli kökün apikalinden koronale doğru konik bir form alan yapıya sahip olmalıdır (27). Kök kanalı preparasyonunun öncelikli mekanik hedefi, orijinal kanalların hazırlanan şekle tam ve merkezi olarak dahil edilmesidir; bu da tüm kök kanalı yüzeylerinin mekanik olarak hazırlanması anlamına gelir. Ancak artık bu hedefe sadece herhangi bir mekanik şekillendirme tekniği ile ulaşmanın mümkün olmadığı açıktır (28).

Kök kanallarının temizliği, kanal sisteminde bulunan isthmus, rezorpsiyonlar, lateral kanallar ve girintiler gibi ulaşılması güç alanlarda sadece eğelerle değil, irrigasyon solüsyonları ile de yapılmalıdır (29–31). İdeal bir temizleme yapılabilmesi için apikal foramen çapı minimum 0.25 mm genişletilip, .05-.06 koniklik sağlanmalıdır (32,33). Kanal aletleri asla kuru kanallarda kullanılmamalı, kök kanallarını ve pulpa odasını tamamen irrigasyon solüsyonlarıyla doldurarak sıvı içerisinde çalışılmalıdır. Kullanılan irrigasyon solüsyonları, kanal aletlerini kayganlaştırmalı (lubrikasyon), germisit ve antibakteriyel olmalı, toksik olmamalı, pahalı olmamalıdır (34).

NaOCl ve EDTA kombinasyonu hem smear tabakasının uzaklaştırılması hem de bakteriyel debridman için tercih edilen irrigant olmaya devam etmektedir, ancak apikal anatomideki etkinlikleri dikkatli uygulanan protokole ve yeterli mekanik hazırlığa bağlıdır (35).

Ayrıca, basamak oluşumu, apikal zipping ve perforasyonlar gibi preparasyon hataları olmamalıdır. Ancak kanal şekillendirmenin bu istenmeyen komplikasyonları ve diğer prosedürel hatalar, tedavideki başarı olasılığını doğrudan etkileyebilir (36).

Kök kanal şekillendirmesinin amaçları Hülsmann ve ark.'na (37) göre;

1. İrrigasyon solüsyonları ve kanal içi medikamentler için gerekli boşluğun oluşturulması
2. Nekrotik ve vital dokuların kanaldan uzaklaştırılması
3. Kök ucu anatomisinin yapısı ve pozisyonunun değişmesinin önlenmesi
4. Kanal dolumunun kolay yapılması
5. Kök kanal tedavisinde diş hekimine bağlı oluşabilecek hatalardan kaçınılması
6. Kök dentininin değişmeden uzun süreli işlev görmesi
7. Kök çevresindeki dokularda olası meydana gelebilecek enfeksiyon ve / veya irritasyonların engellenmesini içermektedir.

Schilder (25), kök kanal sisteminin tamamen temizlenmesi, yani kök kanal boşluğundaki tüm organik içeriğin aletlerle uzaklaştırılması ve bol miktarda irrigasyon yapılması gerektiğini vurgulamış ve 'kanal içinden ne çıktığı, içine ne yerleştirildiği kadar önemlidir' aksiyomunu ortaya atmıştır. Güta perka dolgu teknikleri kullanılacağı zaman, temel şeklin orijinal kanalın şeklini takip eden devam eden bir konik form olmasını tavsiye etmiştir; bu hem dokunun çıkarılmasına hem de dolgu için uygun boşluğa izin veren 'akış kavramı' olarak adlandırılmıştır.

Schilder beş tasarım hedefi tanımlamıştır:

1. Apekten kanal ağzına doğru devam eden konik form oluşturulmalıdır.
2. Kesit çapı apikal olarak her noktada daha dar olmalıdır.
3. Kök kanalı preparasyonu orijinal kanalın şekli ile uyumlu olmalıdır.
4. Apikal foramen orijinal pozisyonunda kalmalıdır.
5. Apikal foramen mümkün olduğunca küçük tutulmalıdır.

Ve dört biyolojik hedef tanımlamıştır:

1. Şekillendirme köklerin kendisiyle sınırlandırılmalı.
2. Foramenin ötesine nekrotik debris taşırılmamalı.
3. Kök kanal boşluğundan tüm dokular çıkarılmalı.
4. Kanal içi medikamentler için yeterli alan yaratılmalı.

Kanal şekillendirmesinin rolü, birincil olarak debride etme işlevini yerine getirmekten daha ziyade irrigasyon solüsyonları ve kök dolgu materyali için karmaşık kök kanal sistemlerine erişim sağlamaya dönüşmüştür. Günümüzde, şekillendirme büyük ölçüde irrigantlar için apikal anatomiye erişim sağlayan bir araç olarak kabul edilmektedir (38). Şekillendirme amaçlı döner NiTi aletlerin kullanımı, alet tipi, dişin anatomisi, kanal anatomisi ve operatörün deneyimi dahil olmak üzere dentin içinde stres indüksiyonuna potansiyel katkıda bulunan çok sayıda başka değişkeni ortaya çıkarmıştır. Aşırı mekanik veya kimyasal kök kanalı şekillendirmesi dentinin mekanik özellikleri üzerinde ciddi sonuçlar doğurabilir ve dişleri kırılmaya daha yatkın hale getirebilir (39). Bu nedenle, antibakteriyel ajanları apikal anatomiye etkili bir şekilde ulaştırırken dişin sağlamlığını ve bütünlüğünü koruyacak bir denge sağlanmalıdır (38).

2.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

1961’de Ingle, endodontik enstrümanlar için temel, standardize edilmiş bir şekil tanımlamıştır. Bu yeni kanal aletleri ve malzemeleri kullanarak uygulanacak standart bir endodontik teknik geliştirdi. Paslanmaz çeliği, karbon çelik ile değiştirdi ve o sırada kullanılanlardan daha küçük (06-08) ve daha büyük (110-150) olan renk kodlu aletleri tanıttı (40). Standartlaştırılmış kurallar, ilk eğitim açısından aletin ucunun çapını milimetrenin yüzde biri olarak gösteren bir numaralandırma sistemi oluşturdu. Bu çap ‘D1’, kesici kenarın ucundaki çap ise ‘D2’ olarak adlandırıldı. Tüm kanal aletlerinde D1 ve D2 çaplarının farkı her zaman sabit olup 0,32 mm’dir. Bu durum kanal aletlerine standart bir koniklik sağlar. D1/D2 mesafesi de sabittir (16 mm). Eğelerin uzunlukları 21 mm, 25 mm, 31 mm olarak 3 boyutta olsa da hepsinin çalışma kısmı her zaman aynı kalır (41).

Paslanmaz çelik kanal aletleri; karbon çelik eğelere göre daha fazla esneklik, bükülme nedeniyle kırılmaya karşı daha fazla direnç gösterir. Bu yüzden paslanmaz çelik eğelerin klinik kullanımı, karbon çelik eğelere göre daha avantajlıdır (42–44).

Başarılı bir endodontik tedavi, pulpa artıklarının, bakterilerin ve bunların yan ürünlerinin kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasına bağlıdır. Ayrıca, kök kanalının anatomisinin karmaşıklığı, aletlerle temas edilemeyen alanlarda bakterilerin uzaklaştırılamamasına neden olabilir (1). Bunun önüne geçmek için şekillendirmede kullanılan enstrümantasyon ve tekniklerde değişikliklere gidilmiştir. Günümüzde piyasada el aletlerinden döner aletle kullanılan farklı NiTi alaşımları ile üretilen çeşitli enstrümantasyonlar bulunmaktadır (37,45). El ve döner aletlerinin kullanıldığı geleneksel yöntemlerin yanı sıra, daha yeni tekniklerde lazerler, enstrümantasyonsuz teknikler ve ultrasonik veya sonik ekipmanların kullanıldığı yöntemler kullanılmaktadır (46).

Kök kanal şekillendirmesi 3 temel grupta sıralanmaktadır (47):

1. El eğeleriyle şekillendirme
2. Ni-Ti döner aletleriyle şekillendirme
3. Hibrit teknikle şekillendirme

2.2.1. El aletleri ile şekillendirme

Eğeler, kök kanal sisteminin temizlenmesi ve şekillendirilmesinde en sık kullanılan aletlerdir. Geleneksel olarak kanal şekillendirme, elle manipüle edilen ISO standardında 0,02 koniklikte paslanmaz çelik aletler kullanılarak yapılmaktadır. Bu paslanmaz çelik el aletleri 16 mm’de kesici bıçak bulunup her 1 mm’inde el aletinin çapı 0,02 mm büyümektedir. Konikliği 0,02 olan el aletlerinin bir dezavantajı dar kanal şekilleri oluşturarak irrigantların erişimini en aza indirmeleri ve debrisin apikal olarak itilmesine izin verme potansiyeli yaratmalarıdır.

Boyutları 15’in veya 20’nin üzerindeki paslanmaz çelik eğeler esnek olmaz ve orijinal kanal şeklinden sapmaya neden olarak apikal bölgede dış duvarda (zipping, ledging) ve iç duvar boyunca daha koronal olarak, özellikle eğimin başlangıcında (tehlikeli bölge) aşırı kesime neden olacak şekilde düzleşme eğilimine sahiptir (48).

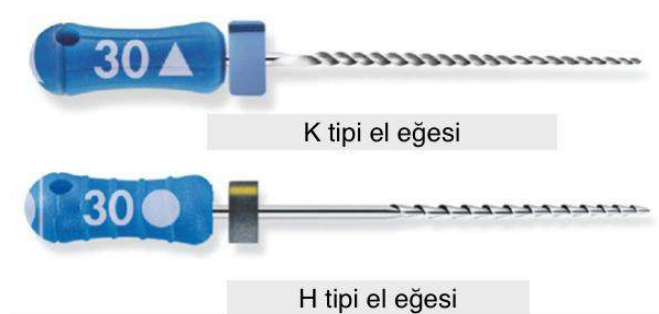
Piyasada farklı el aletleri bulunmakta olup K tipi ve H tipi eğeler en çok tercih edilen el aletleridir.

2.2.1.1.K tipi eğeler

1915 yılında ilk kez K tipi eğeler piyasaya sürülmüştür. Enine kesitleri eşkenar dörtgen şeklindedir. Bu eğeler kanalın apikaline konulup çeyrek rotasyon hareketiyle duvar teması da alınarak törpüleme ya da eğeleme hareketiyle şekillendirme yapılır. K tipi eğenin ucu kesicidir ve basamağa sebep olmamak için eğimli kanallarda ileri-geri hareketin yapılması önerilmez. Eğelerin geometrik yapıları esneklik ve torsiyon gibi özelliklerini etkileyerek eğri kanallarda kırılma direncini değiştirmektedir. Geniş ve dar spiralleri sayesinde debrisin kolay bir şekilde eğeye saplanmasını sağlar (49). K tipi eğe, endodontik anatomiye keşfetmek (scouting) için ideal bir el aletidir (50).

2.2.1.2. Hedstroem eğeleri

Hedström eğeler (H-tipi eğeler), uca doğru sivri bir şekilde incelen bir dizi keskin koni halinde üretilmişlerdir. Eğe enine kesitte sırayla üst üste yerleşen üçgenleri andırmaktadır. K tipi eğelere göre daha keskindirler. Aletin uzun eksen ve kesici kenar arasındaki açının 60- 65 derece olması sadece çekme hareketiyle kullanılmasına imkân sağlar. Bu eğeler de K tipi eğeler gibi rotasyon hareketi yapılırsa aletin kırılma olasılığı artar ve aynı zamanda diş kökünde de hasara sebep olabilir (51). Kanal içerisinde H tipi eğelerin fazla kullanımı dentin duvarlarında incelmeye ve strip perforasyonlara yol açabilmektedir (47).



Şekil 1. K tipi ve H tipi el eğesi

2.2.1.3. Reamerlar

Reamerlar, çoğunlukla üçken ya da dörtgen kesitli bir çelik telin bükülmesiyle elde edilir. K-tipi eğeler ile karşılaştırıldığında reamerların mm başına daha az spirali ve bıçaklarında dentine karşı daha keskin kesme açısı bulunur (52). Rotasyonel hareket, kanal içinde takılmaya ve kırılmaya sebep olabileceği için tavsiye edilmez. Kanalda rotasyon gerekliliği, reamerları kanalın ilk keşfi için (kırılma ihtimali) ve eğimli kanalların hazırlanmasında kontrendike hale getirir. Reamerlar, azaltılmış spiral sayısı ve bıçaklar arasındaki geniş boşluklar sebebiyle artıkları biriktirmez aksine eğelerin oluşturduğu smear tabasının çıkartılması için optimum bir çözüm sunar (53).

2.2.1.4. Tirnerf

Tirnerfler, kanalın içindeki pulpa dokusunun çıkartılmasında kullanılır. Boş konik çelik telden üretilen, shaft boyunca bıçağın parçası olarak gövde ile 45 derece açı yapan ve gövde üzerinde dönerek yerleşen çok sayıda çıkıntılar mevcuttur. Tirnerflerin, pulpa dokusunu çıkarma ihtimali ve aynı zamanda kırılma ihtimali yüksektir (54).

2.2.1.5. ProFiles .04 El Eğeleri

ProFiles .04 El eğeleri (Dentsply Sirona, ABD), makineyle işleme yoluyla üretilen NiTi el aletleridir; 15'ten 80'e ISO çaplarında mevcuttur. Bu eğeler, uzunluğu boyunca uçtan sapa her mm için 0,04 mm artan çapla, geleneksel el eğelerinin iki katı konikliğe sahiptir. Alet, kanal içinde zorlanmadan hafif basınçla döndürülerek kullanılır (55).

Elle şekillendirme, kök kanallarının hazırlanmasında geleneksel yöntemdir ve pulpal dokuyu, enfekte debris ve kanal içindeki enfekte pulpal dentinin bir kısmını çıkarmak amacıyla kök kanallarını temizlemek ve şekillendirmek için eğelerin kullanılmasını içerir. Kanalı yıkamak için bol miktarda irrigasyon bu enstrümantasyona eşlik eder (46).

2.2.2. NiTi döner aletleri ile şekillendirme

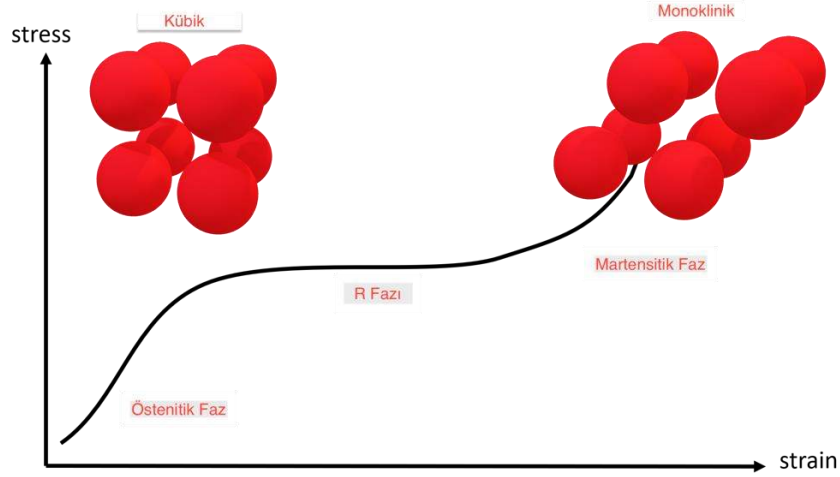
Son yıllarda Nikel-Titanyum (NiTi) döner aletler kanal hazırlama prosedürünü basitleştirerek endodontik tedavilerin öngörülebilirliğini ve etkinliğini arttırdı (56). NiTi alaşımın süperelastisite ve dayanıklılık özellikleri, geleneksel el aletlerine göre ikili, üçlü ve dörtlü konikliğe sahip döner aletlerin üretilmesine imkân sağlamıştır (57).

Paslanmaz çelik eğelere göre daha düşük elastisite modülüne ve daha yüksek kırılma direncine sahip olduğu için eğri kök kanallarında geleneksel alaşımlar gibi hızlı ve kalıcı deforme olmazlar. Kök kanal aletlerinde kullanılan nikel titanyum alaşımları kütsel olarak %56 Nikel ve %44 Titanyum içermektedir. NiTi alaşımlarda ise, nikelin yerine az bir oranda (ağırlıkça <%2) kobalt kullanılmaktadır. Bu alaşımın en çok biyouyumluluk gösteren materyallerden biri ve korozyona karşı dirençli olduğu kanıtlanmıştır (45).

Nikel titanyum alaşımlar, “östenitik”, “martensitik” ve “R fazı” olmak üzere üç farklı kristal yapıda bulunabilmektedir.

1. Östenitik aşama (A): Kütle merkezli kübik kafes yapısındadır, en kararlı fazdır.
2. Martensitik aşama (M): Altıgen sıkı kafes yapısındadır, en kararsız ve kırılğan fazdır.
3. R fazı (T): Bir fazdan diğerine geçiş sürecinde oluşur. Bu aşamada Ni ve Ti atomları birbirlerine paralel ve zıt yönlerde hareket eder (58).

Her bir kristalin aşaması özel bir sıcaklık aralığında oluşur. Sıcaklık değerlerinin düşmesiyle, östenitik fazdan martensitik faza dönüşüm meydana gelir (59). Endodontik NiTi aletlerin en yüksek performans gösterdiği faz R fazıdır. Bu faz daha kararlı kristalin faz (östenitik faz) ile daha kararsız faz (martensitik faz) arasındaki geçiş bölgesidir ve bu bölgedeki alaşım esneme noktası ve kırılma açısından önemli deformasyonlar üretebilmektedir. Geçiş fazında süperelastik özelliği görölmeye başlar ve bu fazda gerinim (strain) değerleri artarken gerilme (stress) miktarı sabit kalır (60).



Şekil 2. Niti alaşımların faz dönüşüm grafiği (<https://www.dentistrytoday.com/heat-treated-niti-endodontic-files/> dan uyarlanmıştır.)

Paslanmaz çelik alaşımlar üzerindeki gerilme deformasyonlarından geriye dönüş oranı maksimum %1 iken, NiTi alaşımlarda bu oran sahip oldukları süperelastik özellikleri etkisiyle % 8'e kadar çıkabilmektedir (45).

Elle yapılan kök kanal şekillendirilmesine göre döner sistem NiTi eğelerin kullanmasıyla daha hızlı ve daha güvenli şekillendirme yapılabilmektedir (61). Döner NiTi eğelerin piyasaya sürülmesiyle iyatrojenik hataların azaldığı ve aşırı eğimli kanalların şekillerinin korunduğu bildirilmiştir (62). Yapılan çalışmalarda; hekime kolaylık oluşturmaları, debrisin kanal içinden rahat uzaklaştırılması, mükemmel bir konik form vermesi, daha az kanal transportasyonuna neden olması, dış yapısının daha iyi korunması ve el eğelerinden daha hızlı kanallar hazırladığı rapor edilmiştir. Buna karşın, NiTi eğelerin en büyük dezavantajlarından biri ise torsiyonel yorgunluk sonucu aletlerin kırılmasıdır (63,64).

NiTi aletlerin kullanımı kök kanal tedavilerini yapmayı basitleştirse de alet kırılması gibi komplikasyonları engellemek için üretici firmaların önerilerine uymak gerekmektedir.

Çoğunun önerdiği hususlardan bazıları şöyledir (65) :

1. Esas kullanım amaçları kanalın şekillendirilmesi içindir.
2. Öncelikle kanal içine düz bir doğrultuda girilmelidir.
3. Başta el eğesiyle kanal genişletilip ondan sonra kullanılmalıdır.
4. Genelde şekillendirme tekniği olarak Crown-down ile uygulanmaktadır.
5. Kanallar irrigasyon solüsyonlarıyla bolca temizlenmelidir.
6. Bir kez kullanıldıktan sonra mümkün olduğunca bir daha kullanılmamalıdır.
7. Üretici firmanın önerdiği hız ve torkta kullanılmalıdır.

Günümüze kadar üretilen NiTi eğe sistemleri tasarım ve fonksiyon özelliklerine göre beş grupta incelenmektedir.

2.2.2.1. Birinci jenerasyon

Piyasaya ilk sürülen NiTi döner eğe Dr. John McSpadden tarafından 1992 yılında geliştirmiştir. 0.02 taper açısına sahip bu eğelerde kırılma sorunları oluşmuştur. Sonrasında Dr. Johnson tarafından 1994 yılında 0.04 ve 0.06 taper açısına sahip ProFile ve Orifice Shapers eğeleri geliştirilmiştir. Tasarımsal olarak bu eğelerin üzerinde eşit mesafeli olarak 3 adet oluk ve radyal alanlar bulunmaktadır. Radyal alanlar yardımıyla eğenin dentine saplanması önüne geçilmektedir.

ProFile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), LightSpeed (LightSpeed Technology, Inc., San Antonio, Teksas, ABD), Quantec (Tycom, Irvine, CA, ABD), Flex Master (VDW, Munich, Almanya) ve Hero 642 (Micro Mega, Besançon, Fransa) birinci jenerasyon kanal eğeleri arasında sayılabilir. Bu sistemlerle şekillendirmeyi tamamlamak için birden fazla sayıda kanal eğesi kullanılmaktadır (66).

2.2.2.2. İkinci jenerasyon

İkinci jenerasyon eğelerin ilk jenerasyon eğelerden farkı radyal alanların bulunmaması ve aktif kesici kenarlara sahip olup kanal şekillendirmesi için daha az sayıda ege gerektirmeleridir. Bu gruptaki kanal eğelerinin kesici kenarları ile uzun eksenleri arasındaki açı birinci nesil eğelerin sahip olduğu açıya göre daha küçüktür. Bu özellik de bu eğelerin kanalda vidalanma etkisini önemli ölçüde azaltmaktadır. Pozitif kesme açısına sahip ikinci nesil NiTi kök kanal eğeleri daha iyi kesme etkinliğine sahip olacak şekilde geliştirilmiştir (66).

Electropolishing (EP) yöntemi yardımıyla eğeler üzerindeki yüzey düzensizlikleri ortadan kaldırılmış, eğelere yüksek korozyon ve yorulma direnci sağlanmış ve eğelerin kesme verimliliğinde de bir artış olmuştur (67).

İkinci jenerasyon kanal ege sistemlerine örnek olarak, ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, İsviçre), Mtwo (VDW, Münih, Almanya), K3 SİSTEMİ (Sybron Endo, West Collins, CA, ABD) ve BioRace (FKG, Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) sayılabilir (66).

2.2.2.3. Üçüncü jenerasyon

2007’de, M-Wire (Dentsply, Tulsa Dental/ Maillefer, Ballaigues, İsviçre) olarak bilinen yeni bir NiTi alaşım piyasaya sürülmüştür. Geleneksel süperelastik NiTi eğeler (1. ve 2. jenerasyon) östenitik fazda bulunurlar. Piyasada süperelastik NiTi alaşımların termal işlemlerle yapısal özelliklerinin iyileştirilmesi için güncel teknolojiler geliştirilmiştir. Termal işlem uygulanan NiTi eğeler; östenitik ve martensitik fazların özelliklerine sahiptir. Martensitik faz evresini gerçekleştirmiş alaşım, martensitik ve R fazını içeren yapısı sayesinde çok fazla enerji absorbe etme özelliğine sahip olmuştur (68). M-Wire alaşımından üretilen eğeler, geleneksel NiTi alaşımlarından üretilen eğelerle kıyaslandığında daha fazla döngüsel yorulma direncine ve gelişmiş mekanik özelliklere sahiptir (69). Termal işlemler sayesinde NiTi alaşımlarının geçiş sıcaklıkları ayarlanıp eğelerin yorulma dirençleri üzerinde farklılıklar yapılabilmektedir (70).

Üçüncü jenerasyon eğe sistemleri arasında, ProFile GT Series X (Maillefer, Ballaigues, İsviçre), ProFile Vortex (Dentsply, York, PA, ABD), HyFlex CM (Cuyahoga Falls, OH, ABD) ve Twisted File (Glendora, CA, ABD) sayılabilir.

2.2.2.4. Dördüncü jenerasyon

Bu jenerasyonda bulunan NiTi eğe sistemleri farklı kinematiklerle çalışan tek eğe sistemlerini içerir. Eşit olmayan çift taraflı dönme hareketi yaparak kök kanalı boyunca dentin duvarlarına eşit basınç uygular.

Bu şekilde kök kanallarında basit, hızlı, aktif şekillendirme ve kolay debris uzaklaştırması sağlanır (68). M-wire alaşımından üretilen WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ve Reciproc (VDW, Münih, Almanya) eğeleri, resiprokasyon hareketiyle çalışan sistemler olarak piyasaya çıkarılmıştır (71). Bu iki eğe sistemi, dentin dokusunu kesmek için başlangıçta saat yönünün tersine ve dentin dokusunu kanal içinden uzaklaştırmak için de saat yönünde çalışarak, merkezi rotasyonel hareketi kullanan standart NiTi eğelerdeki vidalanma riskinin önüne geçmektedir (72).

Bu jenerasyondaki eğe sistemleri içerisinde yer alan bir başka eğe sistemi de farklı bir eğe tasarımı ve çalışma prensibine sahip olan Self Adjusting File (SAF) (ReDent-Nova, Ra'anana, İsrail)'dir. Bu eğe, şekillendirme yaparken aynı zamanda irrigasyon imkanı sağlayan içi boş kafes tasarımıyla üretilmiştir. Resiprokasyon hareketiyle çalışan SAF, üç boyutlu kafes şeklindeki formundan dolayı kök kanalı içerisine yerleştirildiğinde kanalın enine kesit şeklini alıp kanal duvarlarına adapte olabilmektedir (73).

2.2.2.5. Beşinci jenerasyon

Beşinci jenerasyon eğeler ağırlık merkezi ve rotasyon merkezi asimetric olacak şekilde geliştirilmiştir. Eğenin ağırlık merkezi ortada olmadığı için rotasyon hareketi sırasında salınım hareketi (snake-like) yapmaktadır. Bu dalgalı hareket, kanal duvarı ve eğe arasındaki teması azaltmaktadır. Böylece eğenin vidanlama eğilimi ve eğe üzerindeki stres azalmaktadır. Aynı zamanda bu özellik, debrisin kanalları tıkama ihtimalini de azaltmaktadır (66).

Revo-S (MicroMega, Besançon, Fransa), ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ve One Shape (MicroMega, Besançon, Fransa) beşinci nesil eğelere örnek eğe sistemleridir (74).

2.2.3. Hibrit şekillendirme

Step-back ve crown-down tekniklerinin beraber kullanıldığı şekillendirme yöntemidir. El ve döner aletlerin ikisinden de faydalanılır. 10 K veya 15 K tipi eğeyle çok fazla baskı uygulamadan çalışma boyuna ulaşıp step-back yöntemiyle kanalın apeksi şekillendirilir. Bir sonraki alete geçmeden önce bol irrigasyon ve rekapitülasyon uygulanır. Step-down yöntemi de step-back yönteme eklenir. Bu şekilde hibrit teknikle hem dentinin yapısı korunmuş olur hem de basamak oluşma riski azalmaktadır (75).

2.3. Nikel Titanyum Tek Eğe Sistemleri

En yeni nesil motorla çalışan kök kanal aletleri tek eğeli sistemlerdir. Tek eğe sistemleri, hareketlerinin türüne göre rotasyonel ve resiprokal hareket eden eğeler olmak üzere iki grup halinde bulunur. Rotasyonel tek eğe sistemlerine F360, F6 Sky Taper ve One Curve, resiprokal tek eğe sistemlerine Reciproc, One RECI ve WaveOne sistemleri örnek gösterilebilir. Bu tek eğeli sistemlerin tek bir aletle kök kanallarını tamamen hazırlayıp temizleyebildiği iddia edilmektedir. Tüm tek eğeli aletler kesmeyen bir uca sahiptir.

2.4. Çalışmada Kullanılan Eğeler

Bu çalışmada örnekler 4 farklı gruba ayrılacak ve koronal genişletme yapılacak 2 grupta bu işlem için One Flare (Micro Mega, Besançon, Fransa) kullanılacak, kök kanal sisteminin şekillendirilmesi için iki farklı tek eğe sistemi olarak One Curve ve One RECI kullanılacaktır.

2.4.1. One Flare (Micro Mega, Besançon, Fransa)

One Flare (OF), aksiyal koronal kısıtlamaları ortadan kaldırmak için kanal tedavisinin başlangıcında kullanılacak ısıtıl işlem görmüş NiTi bir alettir. One Flare, kullanılacak olan sonraki aletlerdeki gerilmeleri önlemek ve dolayısıyla alet kırılması riskini azaltmak için kullanılmaktadır (76). One Flare eğeler %9 koniklik açısına sahiptir ve T-wire ısıtıl işlem teknolojisi ile üretilmiştir. T-wire teknolojisi, NiTi alaşımının geleneksel mikro yapısının değiştirilmesini sağlayarak eğenin daha yüksek yorulma direncine ve daha fazla esnekliğe sahip olmasını sağlamıştır. Ayrıca, üreticiye göre T-wire ısıtıl işlemiyle üretilen aletler, geleneksel östenitik NiTi alaşımıyla üretilen aletlere kıyasla daha iyi esneklik ve döngüsel yorulma direnci sunmaktadır (77).

Koronal genişletme amacıyla kullanılan eğeler, giriş yolu için kullanılan el eğesinin verimli ve daha kolay merkezlenmesini, ilk yerleştirmenin ötesinde penetrasyonu kolaylaştırmak için el eğesinin engellenmemiş hareketini, ortaya ve ardından apikal üçte birlik kısma düz hat erişimini kolaylaştırarak sonraki enstrümanlarda kırık oluşma ihtimalini azaltır. Aletin seçici fırçalama hareketi ile kök kanal girişindeki interferansların ortadan kaldırılmasını ve yerleştirme sırasında şekillendirme aletlerinin kanal duvarlarına takılma riskinin azaltılmasını sağlar. T-Wire teknolojisi sebebiyle EndoFlare eğelerinden %50 daha fazla esnek olduğunu, Gates-glidden frezlerine göre daha az riskli ve daha etkili olduğunu iddia etmişlerdir (78).

One Flare eğesi 300 rpm ve 3 N cm torkta, kanal girişinden ortalama 4 mm uzaklıkta, üreticinin talimatlarına uygun olarak sürekli rotasyonda kullanılır. Yüzey cilalama (electropolishing) işlemine tabi tutularak üretilmiştir (79).



Şekil 3. One Flare Eğesi

2.4.2. One Curve (Micro Mega, Besançon, Fransa)

One Curve, kanal eğriliğini korumaya yardımcı olan kontrollü hafıza ve önceden bükülebilir özelliğe sahip tescilli C-wire ısıtılabilir kablolu bir sistemdir. Üretici, sürekli rotasyon ile birlikte değişken kesitin mükemmel kesme verimliliği ve mükemmel merkezlenmiş bir yörünge sağladığını iddia etmektedir. Bu eğe sistemi, D0'da 0,25 mm çapa ve değişken kesitli %6 konikliğe sahiptir (14). One Curve (OC) saat yönünde kesme hareketi ile rotasyonda çalışır. 4 boyutta mevcuttur: 25.04, 25.06, 35.04 ve 45.04 (80).



Şekil 4. One Curve Eğesi

Pratik bir eğe sistemidir: Mekanik şekillendirme süresini azaltmak için tek bir alet yeterlidir. Tedavi sırasında hastaların sağlık güvenliği için çapraz kontaminasyon riskini ortadan kaldırma amaçlı tek kullanımlık üretilmiştir.

Etkili bir eğe sistemidir: Daha yüksek güvenlik için artırılmış bıçak esnekliği ve daha fazla kırılma direncine sahiptir. Özel tescilli C-Wire ısıtılabilir kablolu hafızası ve kök kanalına daha kolay erişim ve interferenslerin ortadan kaldırılması için ön büküm verilebilme özelliği mevcuttur. Dişin orijinal kanal anatomisi korunur.

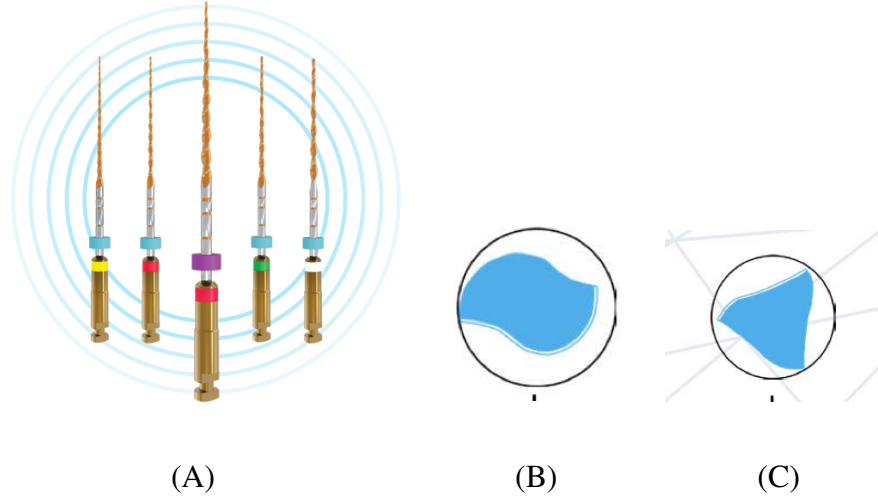
Konservatif bir eğe sistemidir: Apikal üçte birlik kısımda merkezleme yeteneği, orta ve koronal kısımlara kadar mükemmel bir debris temizliği için patentli değişken kesite sahiptir. Kanıtlanmış kesme verimliliği vardır. Çalışma boyuna doğrudan basit bir protokol olan aşağı doğru hareket ile ulaşılır (14).

2.4.3. One RECI (Micro Mega, Besançon, Fransa)

One RECI (OR), yeni bir eğe sistemidir, yakın zamanda piyasaya sürülmüştür. Artan bükülme direnci, döngüsel yorgunluğa karşı gelişmiş direnç ve azaltılmış elastikiyet modülü, güncel endodontik kanal hazırlama tekniklerinin avantajlarıdır (81). One RECI, kök kanal şekillendirmesi için tek kullanımlık resiprokasyon hareketi ile çalışan bir alettir. Nikel-Titanyumdan üretilen One RECI, C-Wire ısıtma işlemi ve patentli değişken kesme bölümü tasarımı sayesinde esneklik ve kesme verimliliği arasında mükemmel bir uzlaşma sunar. One RECI'nin ileri geri hareketi güvenlik, döngüsel yorgunluğa karşı direnç ve kullanım rahatlığı sağlar. 1 mm tel çapı, kanalın servikal kısmını ve çevresindeki diş dokusunu korur. C-Wire ısıtma işlemi eğenin önceden bükülmesini sağlayan kontrollü hafızasını verir böylece kök kanalı anatomisine uyum sağlanır (81).

Üçlü sarmal olarak başlayan ve gövdeye doğru giderek S şekline dönüşen değişken merkez dışı kesit, derin yiv ile birleştiğinde, koronal yönde debrisin uzaklaştırılması için daha fazla alan sunarak kayda değer bir kesme verimliliği sağlamaktadır. Alet, saat yönünün tersine kesme hareketi oluşturan belirli açılarla (170° saat yönünün tersine, 60° saat yönünde) karşılıklı olarak çalışmak üzere tasarlanmıştır. 5 boyutta (20.04, 25.04, 25.06, 35.04 ve 45.04) ve 3 uzunlukta mevcuttur: 21, 25 ve 31 mm (80).

Isıtma işlemi ve ileri geri hareketi sayesinde döngüsel yorulmaya karşı dayanıklıdır. Değişken ve asimetrik kesiti kesme verimliliğini artırır ve debrisin temizlenmesini kolaylaştırır. C wire ısıtma işlemi, eğenin önceden bükülmesine izin vererek esneklik ve kontrollü hafıza sunar. Böylece kök kanallarının anatomisi korunmuş olur. Kanalın servikal kısmı ve çevresindeki diş dokusu 1 mm tel çapı ile korunur (82).

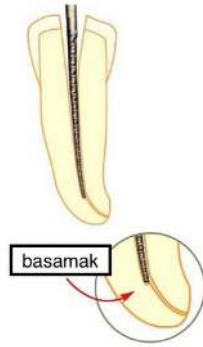


Şekil 5. A) One RECI eğesi, B) Eğenin koronal kesiti, C) Eğenin apikal kesiti

2.5. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi Sırasında Yapılan Hatalar

2.5.1. Basamak (ledging) oluşumu

Kök kanal şekillendirmesi esnasında en sık rastlanan komplikasyonlar arasında, orijinal kanal kurvatüründen saparak basamak oluşturmaktır. Bu durum genellikle kullanılan eğelerin tam kanal boyundan daha kısa bir boyda çalışıldığında veya kanal bu kısa noktada tıkanıldığında oluşmaktadır. Böylece kök kanalının gerçek yoluna teğet olarak yeni bir yol oluşup basamağa neden olabilmektedir (83).



Şekil 6. Basamak oluşumu

Basamak oluşumu, ideal çalışma uzunluğuna ulaşan uygun şekillendirilmiş bir kanal hazırlığı elde etme ihtimalini azaltabilir ve kanalın eksik doldurulması, kök kanal sisteminin eksik enstrümantasyon ve dezenfeksiyonu ile sonuçlanabilmektedir. Kök kanal boşluğunun tamamen temizlenmesi ve şekillendirilmesi apikal alanda zordur; bu nedenle, basamakla birlikte apikalin iyi şekillendirilememesi periapikal patolojilere sebep olabilmektedir. Sonuç olarak, basamak oluşumu endodontik tedavilerin prognozunu olumsuz etkilemektedir (84).

Basamak oluşumunda ana iatrojenik sebepler şöyledir (84):

1. Kanal giriş yolunun yanlış düşünülmesi
2. Çalışma boyu uzunluğunun hatalı tespit edilmesi
3. Kavite preparasyonuna yetersiz ulaşım
4. Aşırı eğimli kanallarda düz çelik aletlerin kullanılması
5. Kanal aletlerinin sıra atlanarak kullanılması
6. Kalsifiye kök kanallarının şekillendirilmesi yapılırken
7. Kök kanal yenilemelerinde kanaldaki eski dolgu malzemelerinin veya kırılmış aletlerin çıkarılması sırasında meydana gelebilmektedir.

Basamak oluşum ve sıklığı ile ilişkili bazı klinik faktörler etkilidir. Şekillendirme tekniği, kök kanal eğriliği, diş tipi ve kanalın pozisyonu gibi faktörlerin hepsinin basamak oluşumu ile ilişkili olduğu öne sürülmüştür. En çok etkileyen faktörün de kök kanal eğriliği olduğu bildirilmiştir (84,85). Basamak oluşumunu engellemek için tedaviden önce radyografi alınarak çalışma boyunun doğru belirlenmesi, uygun kanal aletlerinin kullanılması ve yeterli irrigasyon yapılması gerekmektedir (86).

2.5.2. Yetersiz kanal preparasyonu

Kök kanallarının biyomekanik preparasyonu ile en dar bölgesi apikal üçlüde en geniş yeri ise kanal başlangıcında olan, başarılı bir yıkama ve obtürasyona izin verecek ve orijinal kanal formuna uygun bir kanal şekli elde edilmesi hedeflenmiştir (87).

Şekillendirmenin yetersiz olması kanaldaki mikroorganizmalar ve enfekte dentinin tam olarak uzaklaştırılamamasına ve sonuç olarak da kısa bir kanal dolumu yapılarak başarısız kanal tedavisinin yapılmasına neden olabilir (88).

2.5.3. Aşırı kanal preparasyonu

Aşırı preparasyon, diş yapısının bukkolingual ve mezyodistal tüm doğrultularda çok fazla miktarda alınmasıdır. Aşırı şekillendirme kök dentinin zayıflamasına neden olmaktadır. Dentinin de aşırı preparasyonu kanalda basamak veya transportasyon gibi bazı şekillendirme hatalarına neden olabilmektedir (89).



Şekil 7. Aşırı kanal preparasyonu

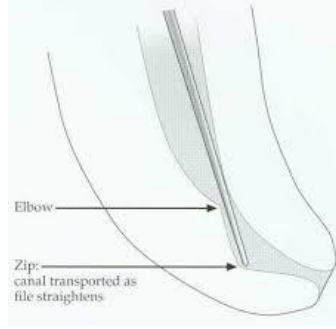
2.5.4. Zip (fermuar) oluşumu

Kanal şekillendirilmesi sırasında kanal eğiminin dış duvarından daha fazla miktarda madde kaldırılması sonucu apikal bölgede oluşan eliptik şekildir. Apikal bölgedeki zip oluşumunun şeklini tanımlayan benzer terimler ‘kum saati’, ‘gözyaşı’ veya ‘foraminal yırtık (foraminal rip)’ tır (37,90).

2.5.5. Dirsek (elbow) oluşumu

Eğimli kök kanallarında, kanalın apikal bölgesinde zip oluşumuyla meydana gelen kum saati şeklinin en dar bölgesi ‘dirsek’ olarak adlandırılmaktadır.

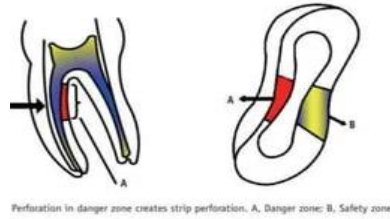
Oluşan bu şekil kök kanal devamlılığını bozarak apikalde kalan bölgenin iyi bir şekilde temizlenmesine ve doldurulmasına engel olmaktadır (37).



Şekil 8. Zip ve Dirsek oluşumu

2.5.6. Strip perforasyon

En çok alt büyük azı dişlerin tehlikeli bölge olarak tanımlanan mezial köklerinin furkasyon kısımlarında aşırı şekillendirme yapılmasına bağlı olarak strip perforasyonlar oluşabilmektedir. Strip perforasyon sonucu, kök kanalı ile periodontal ligament arasında ilişki oluşmaktadır (91).



Şekil 9. Strip perforasyon

2.5.7. Çalışma boyu kaybı

Minör çap, pulpal ve periodontal doku arasındaki geçişi temsil eder ve dış foramenden veya kök yüzeyindeki majör çaptan 0,5 ile 1,0 mm aralığında bulunur. Minör çapın ötesinde belirlenen bir çalışma boyu apikal perforasyona ve kök kanal sisteminin taşkın doldurulmasına neden olabilir (92).

Çalışma boyundaki değişiklikler, tedavi sırasında öngörülemeyen bir kanal hazırlama uzunluğuna neden olur. Çalışma boyu korunmadığında, taşkın enstrümantasyon ve taşkın doldurma meydana gelebilir ve bu da gecikmiş periapikal iyileşme veya yabancı cisim reaksiyonu gibi klinik semptomlarla kendini gösterebilir (93).

Yapılan çalışmalarda, çalışma uzunluğundaki değişikliklerin yaygın olarak eğimli kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi sırasında tıkanmalar, alet kırılması ve basamak oluşumu sonucu meydana geldiği rapor edilmiştir (94). Çalışma boyunun kaybı, kanal genişletme ve şekillendirme işlemi sırasında meydana gelen ve prosedürlerin erken aşamalarında tespit edilebilen diğer hatalara (kanal tıkanıklıkları, perforasyonlar, kırık aletler) sebep oluşturabilir (95).

Çalışma boyunun belirlenmesinde genel kabul gören yöntem radyografik yöntemdir ancak apikal daralma radyografik olarak doğru bir şekilde belirlenemez. Elektronik apeks bulucu, görsel bir incelemeden ziyade elektronik prensipler temelinde çalıştığı için büyük ilgi görmüştür. Elektronik apeks bulucu, elektronik bilimini geleneksel endodonti pratiğine getiren atılımlardan biridir (96).

2.5.8. Alet kırığı oluşması

Kırık kanal aletleri; endodontik eğeler, Gates Glidden frezler ve spreaderlar olarak sınıflandırılabilir ve NiTi, paslanmaz çelik veya karbon çelikten üretilmektedir.

Döner NiTi eğeleri kırılmadan önce uyarı vermez ve yeni eğelerde bile kırık oluşabilir, paslanmaz çelik eğelerse meydana gelebilecek olan bir kırılma uyarısı olarak alet distorsiyonu ile başlar. Döner NiTi aletlerinin distorsiyonu, büyütme olmadan genellikle gözle fark edilememektedir (97).



Şekil 10. Kırık alet

Dönme hareketinde kullanılan aletlerin kırılması iki farklı şekilde gerçekleşir: Torsiyonel kırılma ve fleksürel yorgunluk kaynaklı kırılma.

Torsiyonel kırık, şaft dönmeye devam ederken bir aletin ucu veya aletin başka bir parçası kanal içinde kilitlendiğinde meydana gelir. El aletinin uyguladığı tork nedeniyle metalin elastik sınırının üstüne çıkıldığında, ucun kırılması kaçınılmaz hale gelir. Torsiyonel yükleri nedeniyle kırılan aletler genellikle plastik deformasyon gibi belirli işaretler taşır (98).

Fleksürel yorulmanın neden olduğu kırılma, metal yorgunluğu nedeniyle meydana gelir. Alet kanalda sıkışmaz, ancak bir eğrilik içinde serbestçe döner ve kırılma meydana gelene kadar maksimum bükülme noktasında gerilim / sıkıştırma döngüleri oluşturur.

Kavisli kanallar içinde rotasyonun neden olduğu gerilim-basınç döngüsü, zamanla aletin döngüsel yorgunluğunu artırır ve alet kırılmasında önemli bir faktör olabilir (99). Malzeme yorgunluğu, klinik kullanım sırasında döner aletlerin kırılmasının önemli bir nedeni gibi görünmektedir.

Peng ve ark.'ı (100), analiz edilen kırık aletlerin çoğunu eğilme başarısızlığı olarak sınıflandırmış ve yorulmanın malzeme başarısızlığı için baskın mekanizma olduğunu ima etmiştir.

Endodontik alet kırılması durumunda klinisyen durumu hem klinik hem de medikolegal olarak yönetmeye hazır olmalıdır. Klinik karar, her bir tedavi seçeneğinin başarı oranlarının kapsamlı bir şekilde bilinmesine dayanmalı ve potansiyel kırık aleti çıkarma veya eğe retansiyonu risklerine karşı dengelenmelidir.

Kök kanal sisteminde bir alet kırıldığında, parçayı bırakma, bypass etme veya çıkarma kararı verilmelidir; seçim, komplikasyon riski ile karşılaştırıldığında çıkarmanın potansiyel faydasının değerlendirilmesine dayanır. Anksiyete, zaman ve finans gibi nedenlerle dişin çekilmesini tercih edebilecekleri için bu kararda hastanın çıkarları çok önemlidir (101).

Alet kırılmalarının önüne geçmek için 10 K tipi eğeyle giriş yolu oluşturulmalı, üretici firmanın talimatları dikkate alınarak aletler kanal içinde fazla zorlanmadan hafif dokunuşlarla crown-down tekniğiyle kullanılmalı, kanallarda sık sık sodyum hipokloritle irrigasyon yapılmalı ve çok dar ve kavisli kanallarda yeni eğelerle şekillendirme yapılması önerilir (97).

2.6. Koronal Genişletme

Abou-Rass ve ark.'ı (102) tarafından 1980 yılında ortaya atılan koronal antikurvatür eğeleme kavramı, kök kanalının orta ve koronal üçte birlik kısımlarına ilişkin engellerin ortadan kaldırılmasını iddia etmektedir. Antikurvatür eğeleme yönteminin amacı, özellikle kökün en kalın kısmı göz önüne alınarak, eğim alanından ve bifurkasyondan yani kökün tehlikeli derecede ince olduğu bölgelerden uzak durarak kanalı şekillendirmektir. Koronal ön genişletme, apikal üçte birlik kısma düz bir giriş sağlamak için koronal engelleri uzaklaştırmak ve apikal üçte birlikte kısımdaki belirgin eğime ulaşmak için ön eğim verilen eğenin eğiminin korunması için yeterli alanı sağlamak için gereklidir (103).

Koronal ön genişletme; konik fissür elmas frez, Gates Glidden, Peeso Reamers ya da özel tasarlanmış diğer frezler kullanılarak yapılabilir (104). Ayrıca koronal genişletme için ProGlider veya WaveOne Glider (Dentsply Sirona, ABD) gibi özel NiTi döner veya resiprokal enstrümanlar kullanılabilir.

Kök kanal ağzının yerini saptamak için dentin çıkıntılarının uzaklaştırılması, özel olarak tasarlanmış ultrasonik uçlar kullanarak da gerçekleştirilebilir (105).

Diş morfolojisinin anatomik karmaşıklığı nedeniyle, koronal ön genişletme yapılması, endodontik aletin kök kanalının apikal üste birine daha doğrusal bir erişime sahip olmasını sağlar, böylece kemomekanik genişletme yapılırken, basamak oluşumu, apikal transportasyon, perforasyonlar ve endodontik alet kırığı gibi hataların oluşma ihtimalini azaltır (106). Eğe ile dentin duvarları arasındaki teması azaltarak eğe üzerindeki torsiyonel stresi en aza indirir. Ayrıca, başlangıçtaki koronal eğriligi azaltarak kanalın orta ve apikal üste birlik kısımlarına erişimi kolaylaştırır (107). Koronal ön genişletme, sıyrılma tarzı perforasyon (strip perforasyon) ve enstrüman kırılmalarını sıklıkla gördüğümüz, özellikle mandibular molar dişlerin mezial kanalları için önemlidir. Maksiller molar dişlerde meziobukkal kanal 2, tipik olarak meziobukkal kanal 1'in kanal ağzından palatinal doğrultuda ve palatinal kanala doğru yönelmiş küçük bir oluk içinde bulunur ve pulpa odasının mezial duvarından sarkan bir dentin çıkıntısının altında gizlenmiştir. Mezial yönde birkaç milimetre sonra kanal distale döner ve eğer koronal ön genişletme yapılmadıysa şekillendirme sırasında apikal yönde ilerlemeyi engelleyen bir basamak oluşturulabilir (108).

Koronal ön genişletme, tedavinin başlangıcından itibaren irrigasyon solüsyonunun apikal üste birlik kısma daha iyi nüfuz etmesini ve apikal bölgeden debrisin daha iyi uzaklaştırılmasını sağlar (109). Kanal eğimi, çalışma boyu belirlenmeden önce büyük ölçüde ortadan kaldırıldığında, sonraki apikal şekillendirme sırasında çalışma boyu daha az değişikliğe maruz kalır (110).

Koronal ön genişletme, kök kanal tedavisinde önemli bir adımdır ve kök kanalı boşluğundaki herhangi bir engelin kaldırılmasını ve endodontik aletin kök kanalının apikal bölgesine ulaşması için açık bir yol oluşturulmasını içerir. Bu adım tedavinin başarısı için önemlidir ve çeşitli faydaları vardır (111).

2.6.1. Apikal eğe boyutunun belirlenmesi

Kök kanallarının yeterli apikal preparasyonu, kök kanal tedavisinin sonucu üzerinde önemli bir rol oynar. Apikal genişletme, apikal konstriksiyon çapının değerlendirilmesinden sonra uygulanır.

Başlangıç apikal eğe boyutu, apikal konstriksiyonun dokunsal olarak hissedilmesiyle, sıkışma gerçekleşene kadar aletlerin (10 numara K eğesi gibi küçükten büyüğe doğru) çalışma boyuna sırayla yerleştirilmesiyle belirlenir (112).

Bu prosedür ancak crown-down tekniği kullanılarak koronal ve orta üçte birlik kısım şekillendirildikten sonra uygun şekilde gerçekleştirilebilir. Aksi takdirde, koronal kanal dentini aletin tam çalışma boyuna ulaşmasını engelleyebilir ve bu da bir basamak oluşumuna neden olabilir (113). Genel olarak araştırmacılar, crown-down tekniğiyle ilişkili koronal ön genişletmenin çalışma boyuna bağlanan ilk eğenin belirlenme doğruluğunu arttırdığını ve apikal boyutun doğru belirlenmesini desteklediğini göstermiştir (114,115).

2.6.2. Çalışma boyu belirleme

Koronal ön genişletmenin çalışma boyunu belirleme doğruluğunu arttırdığı ve apikal daralmanın dokunsal tespitini arttırdığı gözlenmiştir (116,117). Bazı çalışmalarda, koronal ön genişletme sonrası çalışma boyunda bir değişiklik olduğunu gözlemlemiştir (118,119). Koronal ön genişletmenin, elektronik apeks bulucularla ÇB belirleme doğruluğunu artırdığını kanıtlamıştır (120–122).

Genel olarak, kök kanallarının koronal üçte birlik kısmının genişletilmesi apikal konstriksiyona yönelik dokunma hissini büyük ölçüde geliştirir ve çalışma boyutu tespitinin doğruluğunu artırır.

2.6.3. Kök dentin defektleri

Kök kanalı şekillendirmesi ile oluşturulan dentin mikro çatlakları, özellikle kesit alma tekniğinin kullanımı olmak üzere metodoloji sorunları nedeniyle net bir sonuca varılamayıp büyük ölçüde tahmin olarak kalmıştır (123). Bu çalışmaların klinik önemi tartışmalı olsa da, kök kanalının şekillendirilmesi, kanal duvarlarına doğru iletilebilen ve çatlak ilerlemesine neden olarak vertikal kök kırıklarına yol açabilen stres konsantrasyonuna neden olur (124). Koronal ön genişletmenin stereomikroskopik gözlem altında kök dentin defektlerinin insidansını azalttığını gösterilmiş olsa da kök kanal preparasyonu ile tetiklenen kök dentin defektlerini azaltmak için koronal ön genişletmenin yararı belirsizliğini korumaktadır (125).

2.6.4. Kök dentin kalınlığı

Koronal ön genişletme sonrası dentinin aşırı uzaklaştırılması perforasyon ve tedavi başarısızlığı ile sonuçlanabilir (126),(127).

Özellikle, mandibular molar dişlerde Gates Glidden (GG) frezlerin kullanılması perforasyonlara neden olabilir ve antikurvatur prosedürünün uygulanması perforasyon riskini azaltmamıştır. Bu durum, GG frezlere kıyasla kullanılan aletler arasındaki farklı eğe tasarımlarına (kesit, boyut ve koniklik) bağlanabilir (128).

2.6.5. Alet kırılması

Eğelerin kırılması, operatörlerin karşılaştığı yaygın bir sorundur; döngüsel veya fleksürel yorgunluktan ve torsiyonel stresten kaynaklanır (129). Döngüsel yorgunluk, alet, tekrarlanan sıkıştırma-gerilim döngülerine maruz kalan kavisli kanal içinde döndüğünde meydana gelir. Torsiyonel yorgunluk, aletin ucu rotasyon sırasında kök kanalına sıkıştığında ortaya çıkar ve böylece kırılmaya yol açar (130).

Manuel eğeler ve GG frezler ile ön şekillendirmenin ardından Mtwo sistemi ile şekillendirmenin daha düşük eğe kırılması insidansı ile sonuçlandığını gözlenmiştir (131). Genel olarak, ön genişletme (koronal ön genişletme dahil) aletin dentin duvarlarıyla temas ettiği yüzey alanını azaltarak döner eğelerin kırılma olasılığını azaltır. Ön genişletme tek eğeli sistemlerde de önemli bir role sahip olabilir çünkü şekillendirici eğenin penetrasyonunu kolaylaştırabilir ve koronal bağlanmayı önleyebilir (132).

2.6.6. Transportasyon ve kanal temizliği

Kavisli kanallarda dengeli kuvvet enstrümantasyonu kullanıldığında koronal ön genişletmenin apikal kanal transportu üzerindeki etkisi incelendiğinde, koronal ön genişletmenin enstrümantasyon prosedürünü kolaylaştırmasına rağmen transportasyona etkisi açısından bir fark bulunmamıştır (133).

2.6.7. Apikal debris ekstrüzyonu

Ekstrüzyon miktarı alet tasarımına, enstrümantasyon tekniğine, kullanılan eğe sayısına, eğenin apikal boyutuna ve kinematiğe göre değişebilir (134). Koronal ön genişletme prosedürü ile oluşturulan koronal kanal boşluğu, kök kanal preparasyonundan kaynaklanan debrisin koronal olarak temizlenmesi ve irrigasyon solüsyonu için bir rezervuar görevi görür ve bu da apikal foramenin dışına debris ekstrüzyonunu en aza indirmiştir (125).

2.7. Koronal Genişletmede Kullanılan Aletler

2.7.1. Frezler

2.7.1.1. Gates-Glidden frezleri (Dentsply, Maillefer, İsviçre)

Koronal 1/3'lük kısmı şekillendirmek için kullanılırlar. 12.000 rpm'de çalışan düşük hızlı bir el aletine (anguldurva) takılarak kullanılır. Frezler, dentini hacimli duvardan (güvenlik bölgesi) çizgi açısına doğru seçici olarak kaldırmak ve tehlike bölgesini korumak için antikurvatur modda kullanılır. Sistem #1 ile #6 boyutlarında altı frezden oluşmaktadır. Bu frezlerin en yaygın kullanılanları #1, #2 ve #3 boyutlarındaki frezlerdir (135). Ancak #1 ve #2 numaralı frezler çok incedir bu yüzden 800 dev/dak dönüş hızı aşılırsa kırılabilir (52).

2.5.1.2. LA Axxess (SybronEndo, Orange, CA, ABD) frezler

Kök kanalının koronal üçte birlik kısmındaki engelleri ortadan kaldırmak, sonuç olarak eğrilik derecesini azaltmak ve endodontik tedavi sırasında daha fazla güvenlik sağlamak amacıyla piyasaya sürülmüştür (136). 3 boyutta mevcuttur; minimum çapı 0,20 mm, minimum çapı 0,35 mm, minimum çapı 0,45 mm. Bu frezin özel tasarımı olan çift kesme spirali ile bıçak, koronal engelleri hızla uzaklaştırırken, kanalın koronal üçte birine penetrasyonu kolaylaştırır. LA Axxess için önerilen dönüş hızı yaklaşık 5.000 dev/dak.'dır (137).

2.7.2. Eğeler

2.7.2.1. Endoflare (Micro-Mega, Besançon, Fransa)

Koronal genişletme için kullanılan %12 konik açılı bir NiTi eğedir. Endoflare eğeler sektördeki tüm NiTi sistemleriyle birlikte kullanılabilir. Endoflare eğelerinin Gates Glidden frezlerine göre daha az riskli ve etkili olduğunu gösterilmiştir (138).

2.7.2.2. One Flare (Micro-Mega, Besançon, Fransa)

MicroMega tarafından yakın zamanda tanıtılan bir diğer koronal şekillendirme eğe sistemidir. One Flare eğeler %9 koniklik açısına sahiptir ve T-wire ısıtım işlem teknolojisi ile üretilmektedir. T-wire teknolojisi, NiTi alaşımasının geleneksel mikro yapısının değiştirilmesini sağlayarak aletin daha yüksek yorulma direncine ve daha fazla esnekliğe sahip olmasını sağlamıştır (139).

2.7.2.3. ProGlider (Dentsply Sirona, ABD)

Mekanik ön genişletme, rehber yol ve koronal engellerin giderilmesi için üretilmiş döner eğedir. M-wire NiTi alaşıma sahiptir, yalnızca tek boyuttadır (016.02). Aktif kısmı 18mm'dir. Sürekli rotasyon ile 300 rpm/ 2 Ncm tork ile kullanılması önerilir. ProGlider D1'de 0,02'den D18'de 0,85'e kadar artan bir konikliğe ve maksimum 0,98 mm çapa sahiptir. Bu yüzden koronal engelleri ortadan kaldırmak ve böylece 'genişletilmiş' bir rehber yol oluşturmak için de kullanılabilir. ProGlider, bol miktarda irrigasyonla ve aşamalı gagalama hareketiyle kullanılmalıdır (140).

2.7.2.4. ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)

Sistemde SX, S1 ve S2 aletleri mevcuttur ve 300 rpm hızda, 3 Ncm tork ile kullanılır (16). SX'in toplam uzunluğu 19 mm ve bıçak uzunluğu 16 mm'dir. Dentini kesmek için dışarıya doğru fırçalama hareketi ile kullanılır (141).

2.7.2.5. ProFile Orifice Shaper (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, ABD)

Bu NiTi döner aletler, kanalın koronal kısmını etkili bir şekilde hazırlamak için tasarlanmıştır. Kesici olmayan uç, koronal alanı Gates Glidden frezlerine göre daha kontrollü şekillendirir. 300 rpm hızda kullanılması önerilir (142).

2.7.2.6. TRUShape Orifis Modifier (Dentsply Sirona, ABD)

0,20 mm uç çapına ve 0,08 konikliğe sahiptir. Koronal uçludaki engellerin ortadan kaldırılmasını sağlar (143).

2.7.2.7. WaveOne Gold Glidder (Dentsply Sirona, ABD)

Resiprokal hareket ile koronal genişletme yapmak ve rehbel yol oluşturmak için kullanılır. Bu eğe, uç çapı 0,15mm olan ve uçta (D1-D3) .02'den D16'da .06'ya kadar artan konikliğe sahip tek bir egedir (144).

2.7.2.8. ProTaper Next XA (Dentsply Sirona, ABD)

ProTaper Next XA, değişken konikliğe sahip bir egedir, düz hat erişimi elde etmeye yardımcı olmak ve kök kanalının koronal kısmını genişletmek için kullanılır. Uç boyutu 0,19 mm ve eğe boyutu 19 mm'dir (145).

2.8. Kök Kanal Preparasyonunun Etkinliğinin İncelenmesine Yardımcı Yöntemler

Literatürde, kök kanal preparasyonunun, kanal transportasyonu ve merkezde kalma kabiliyeti için laboratuvar değerlendirmesinde çeşitli modeller önerilmiştir. Buna ek olarak, çalışmalar çoğunlukla çekilmiş dişlerle gerçekleştirilmiştir. Çalışmaların, klinik duruma en uygun şekilde taklit edilebilmesi için çekilmiş dişlerin kullanılmasını önerilir. Fakat kök kanalı morfolojisindeki değişiklikler, kullanılan dişlerin standardizasyonunu zor hale getirmektedir (146). Sonuçlar, ilgili değişkenden bağımsız olarak kök kanal morfolojisinin farklılıklarının etkisini ortaya çıkarır(147).

Ayrıca, biyoetik kaygılar ve kontamine örneklerden kaynaklanan çapraz enfeksiyon oluşma ihtimali kurumlarda bu tür bir uygulama için tehdit oluşturmaktadır (148).

Weine ve arkadaşları (1975), önceden belirlenmiş herhangi bir çap, şekille veya kavisle oluşturulabilen, şeffaf rezinden simüle kök kanallarının, eğelerin şekillendirme yeteneğinin değerlendirilmesi için kullanılmasını önermiştir (149). Üretilen bu bloklar ile deneysel tasarımın tekrarlanabilir olması ve standardizasyonunu elde etmek amaçlanmıştır (150). Rezin bloklarda, dişlerde bulunan çok düzlemli eğrilikler, anatomik düzensizlikler veya dışbükeylikler bulunmaz (151). Çekilmiş insan dişleri ile simüle S-şekilli rezin bloklar arasındaki dentin sertlik farkından kaynaklı endodontik aletlerin klinik koşullarını tam olarak yansıtmayabilir (152,153). Rezin blokların kullanılması, doğal dişlere göre kanal içi değişikliklerin, işlemin tekrarlanabilirliği ve kök kanalı morfolojisinin standartlaştırılmasına imkan sağlar (154).

Kanal aletlerinin simüle kanallarda şekillendirme etkinliği; çoğunlukla fotografik karşılaştırma ile yapılmaktadır. Standart şartlar altında şekillendirme öncesi ve sonrası fotoğrafları çekilen rezin bloklar, iki görüntü üst üste gelecek şekilde karşılaştırılır. Kanal aletlerinin şekillendirebilme yeteneği, karşılaştırılan görüntüler üzerinde ölçümler yapılarak değerlendirilir (155).

Silikonla ölçü alma tekniği, rezin blokların kullanıldığı çalışmalarda başka bir değerlendirme yöntemidir. Elde edilen ölçü mikroskop altında incelenir. Bu yöntemin çok hassas bir uygulama gerektirmesi ve uygulama süresinin uzun olması yöntemin dezavantajıdır. Çalışma yönteminin uygulanabilirliğindeki zorluk nedeniyle tercih edilmemektedir (156).

Ayrıca günümüzde, yüksek çözünürlüklü tomografi ve mikro-bilgisayarlı tomografi gibi güncel teknolojiler de kanal aletlerinin kök kanallarını şekillendirme becerisini değerlendirmek için kullanılmaktadır (157). Bu yöntemlerin avantajı kök kanal sistemindeki değişiklikleri 3 boyutlu olarak değerlendirmemize imkân sağlamasıyken, dezavantajları ise pahalı ve oldukça zaman alıcı bir yöntem olmasıdır (158).

Bu çalışmada, kanal aletlerinin şekil verme etkileri, simüle edilmiş resin bloklarının st üste çakıştırılmış fotoğrafları kullanarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızın amacı rotasyon ve resiprokal hareketle çalışan iki farklı tek eğe sisteminde koronal genişletmenin kanal transportasyonuna etkisinin S- şekilli simüle edilmiş resin bloklarda değerlendirilmesidir. Bu çalışmanın sıfır hipotezi iki farklı tek eğe sisteminin hareket farklılığının ve her iki eğenin koronal genişletme eğesi ile kullanılmasının kanal transportasyonuna etkisi olmadığı şeklindedir.

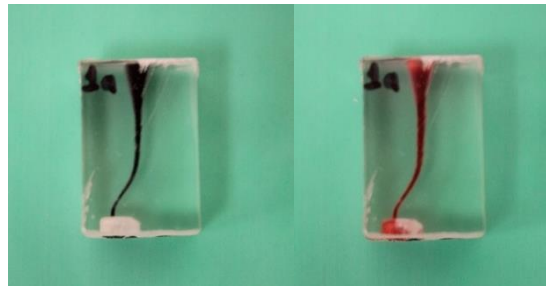


3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi (Proje Kodu: 2024-27194235-02) tarafından desteklenmiştir. Çalışmanın deney aşamaları Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yapıldı. Çalışmada S-şekilli simüle edilmiş kanalların preparasyonu iki farklı hareketle çalışan tek eğe sistemleri olan One Curve ve One RECI ile yapıldı ve koronal genişletmenin kanal transportasyonuna etkisini incelemek için ise One Flare eğesi kullanıldı.

3.1. Simüle Kanallı Rezin Blokların Hazırlanması

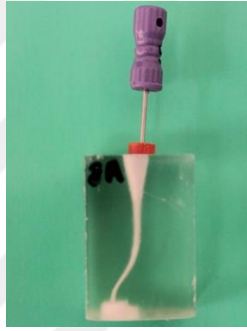
Şeffaf rezin bloklar içinde 48 adet S şeklinde simüle kanal hazırlandı. Simüle kanalların konikliği 0,02, apikal çapı 0,15 mm, uzunluğu 16 mm, apikal kurvatürü 20° (3,5 mm yarıçap) ve koronal kurvatürü 30° (5 mm yarıçap) idi. Tüm kanallara siyah mürekkep enjekte edildi ve sabit bir pozisyonda dijital kamera (Nikon D5600, Nikon, Tokyo, Japonya) kullanılarak fotoğrafları çekildi. Rezin bloklar masa üzerine ve zemine paralel olarak yerleştirildi ve kamera rezin bloklardan 60 cm uzakta zemine dik bir tripod üzerine sabitlendi. Enstrümantasyondan önce her kanal bol miktarda distile su ile yıkandı. Rezin bloklar numaralandırıldı ve NiTi eğe sistemlerine göre rastgele dört gruba ayrıldı. Enstrümantasyondan sonra kanallara kırmızı mürekkep (Pelikan 400) enjekte edildi ve daha önce olduğu gibi aynı koşullar altında tekrar fotoğraflandı.



Şekil 11. Rezin blokların mürekkep ile boyanması

3.2. Rezin Blokların Preparasyonu

Kök kanalı hazırlığı, EndoArt WSM (İnci Dental, Türkiye) endomotor kullanılarak her bir sistem için üreticinin önerilerine göre gerçekleştirildi. Tüm işlemler endodonti bölümünde uzmanlık eğitiminin üçüncü yılındaki bir asistan tarafından gerçekleştirildi. Çalışma boyu 16 mm olarak ayarlandı ve #10 K eğesi kullanılarak apikal açıklık doğrulandı. Tüm aletler kök kanalından üç kez içeri ve dışarı hareket ettirildikten sonra çıkarıldı; eğeler üzerindeki debris ıslak gazlı bezle temizlendi ve kanal her seferinde 2 mL distile su ile irrigate edildi.



Şekil 12. 10K eğe ile apikal açıklık kontrolü yapılması

Tablo 1. Rezin bloklar 4 deney grubuna ayrıldı (n:12).

Gruplar	Yapılan İşlem Aşamaları	
A (OC)	One Curve	
B (OR)	One RECI	
C (OF + OC)	One Flare	One Curve
D (OF + OR)	One Flare	One RECI

A Grubu (OC): Bu grupta 12 adet S-şekilli rezin blok, One Curve eğesi kullanılarak çalışma boyunda EndoArt endodontik motor ile 300 rpm, 2.5 Ncm tork ile prepare edildi. Enstrümantasyon işlemi boyunca irrigasyon solüsyonu olarak 2 mL distile su kullanıldı.



Şekil 13. Çalışmada kullanılan One Curve eğesi

B Grubu (OR): Bu grupta 12 adet S-şekilli rezin blok, One RECI eğesi kullanılarak çalışma boyunda EndoArt endodontik motorun reciproc modu ile 300 rpm, 3 Ncm tork ile prepare edildi. Enstrümantasyon işlemi boyunca irrigasyon solüsyonu olarak 2 mL distile su kullanıldı.



Şekil 14. Çalışmada kullanılan One RECI eğesi

C Grubu (OF + OC): Bu grupta 12 adet S-şekilli rezin blok, One Flare eğesi 300 rpm, 3 Ncm torkla koronal genişletme için kullanıldıktan sonra, One Curve eğesi kullanılarak çalışma boyunda EndoArt endodontik motor ile 300 rpm, 3 Ncm tork ile prepare edildi. Enstrümantasyon işlemi boyunca irrigasyon solüsyonu olarak 2 mL distile su kullanıldı.



Şekil 15. Çalışmada kullanılan One Flare Eğesi

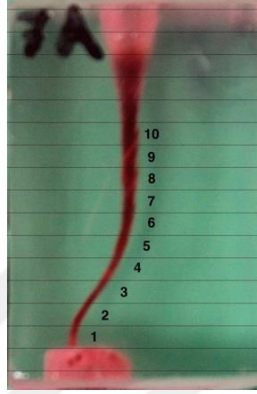
D Grubu (OF + OR): Bu grupta 12 adet S-şekilli rezin blok, One Flare eğesi 300 rpm, 3 Ncm torkla koronal genişletme için kullanıldıktan sonra, One RECI eğesi kullanılarak çalışma boyunda EndoArt endodontik motorun reciproc modu ile 300 rpm, 3 Ncm tork ile prepare edildi. Enstrümantasyon işlemi boyunca irrigasyon solüsyonu olarak 2 mL distile su kullanıldı.

3.3. Preparasyon Öncesi ve Sonrası Görüntülerin Değerlendirilmesi

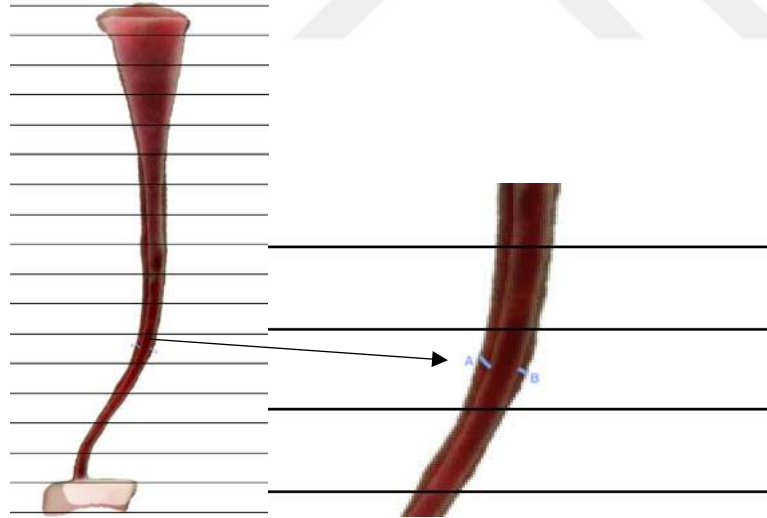
Hazırlık öncesi ve sonrası görüntüler çekildi ve TIFF olarak kaydedildi. Bu görüntüler daha sonra üst üste bindirmek için Photoshop yazılımına (Adobe Photoshop CS6, Adobe Systems Inc., San Jose, CA, ABD) aktarıldı.

Kanalların orta eksenine dik ölçüm çizgileri ImageJ, (Java-based image processing program, version 1.54, National Institute of Mental Health, Bethesda, MD, USA) kullanılarak apikal foramenden itibaren 1 mm aralıklarla çizildi.

İlk ölçüm noktası apikal foramenden 1 mm, son nokta ise apikal foramenden 10 mm uzaklıkta olacak şekilde ayarlandı. On ölçüm noktası, 1-3 mm seviyelerinde apikal eğrilik, 4-7 mm seviyelerinde koronal eğrilik ve 8-10 mm seviyesinde düz kesit olmak üzere üç bölüme ayrıldı.



Şekil 16. Resin blokların ölçüm noktalarına ayrılması



Şekil 17. Transportasyon miktarı= A-B

Kanalların mezial ve distal taraflarından çıkarılan rezin miktarı ölçüldü. Tüm ölçümler tek bir kişi tarafından çakıştırılmış görüntülerin 10X büyütmesi altında gerçekleştirildi. Aktif enstrümantasyon, irrigasyon, eğelerin debrislerinin temizlenmesi ve enstrümanların değiştirilmesi için geçen süre dahil olmak üzere her bir kanal için şekillendirme süresi kaydedildi.

3.3.1. Transportasyon yönü ve miktarı

Transportasyon miktarı, mezial taraftan çıkarılan rezin miktarı ile distal taraftan çıkarılan rezin miktarı arasındaki farkın mutlak değeri olarak hesaplandı (A-B). Transportasyon değeri sıfıra ne kadar yakınsa, merkezi koruma becerisi o kadar iyi olarak yorumlandı.

Tüm veriler yukarıdaki formülle değerlendirildikten sonra istatistiksel analiz gerçekleştirildi.

3.4. İstatistiksel Analiz

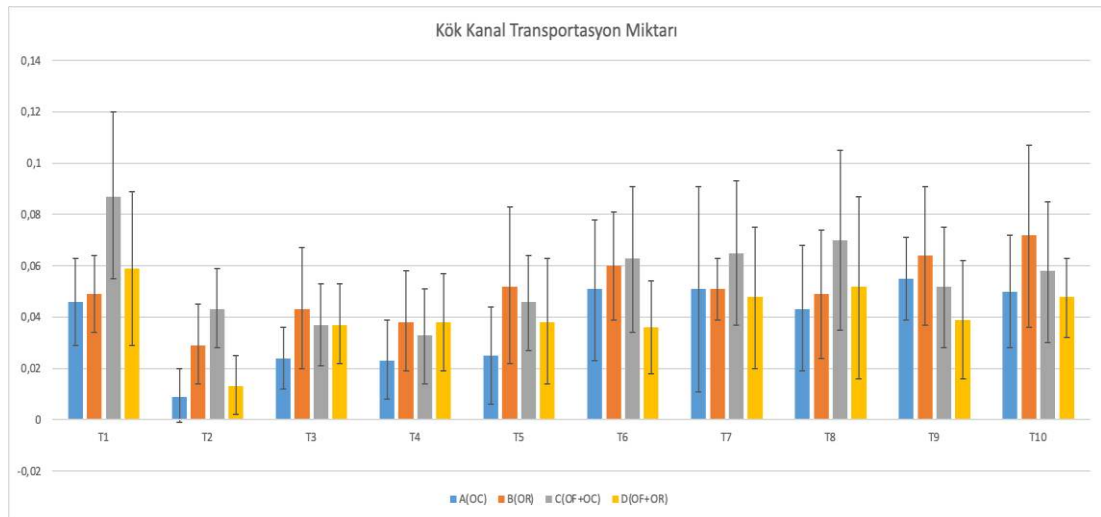
Çalışmanın istatistiksel analizleri SPSS paket programlarında gerçekleştirildi. Çalışmaya dahil edilen nitel değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler ortalama ve standart sapma ile hesaplandı. Gruplar arasındaki ortalamaların birbirinden anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğinin test edilmesinde Kruskal Wallis testi uygulandı. Çalışmada anlamlılık değeri olarak tüm istatistiksel analizlerde 0,05'in altındaki sonuçlar anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Gruplara ait transportasyon miktarı Tablo 3'te gösterildi (T: transportasyon miktarı). Gruplar arasında transportasyon miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 2. Kanal transportasyon miktarına ait istatistiksel veriler

Seviye	N	OC	OF+ OC	OF + OR	OR
		Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
T1	12	0.046 $\pm$ 0.027	0.049 $\pm$ 0.023	0.087 $\pm$ 0.051	0.059 $\pm$ 0.047
T2	12	0.012 $\pm$ 0.007	0.018 $\pm$ 0.013	0.028 $\pm$ 0.017	0.018 $\pm$ 0.009
T3	12	0.024 $\pm$ 0.019	0.043 $\pm$ 0.037	0.037 $\pm$ 0.025	0.037 $\pm$ 0.025
T4	12	0.023 $\pm$ 0.024	0.038 $\pm$ 0.031	0.033 $\pm$ 0.029	0.038 $\pm$ 0.030
T5	12	0.025 $\pm$ 0.031	0.052 $\pm$ 0.047	0.046 $\pm$ 0.029	0.038 $\pm$ 0.038
T6	12	0.051 $\pm$ 0.043	0.060 $\pm$ 0.034	0.063 $\pm$ 0.044	0.036 $\pm$ 0.029
T7	12	0.051 $\pm$ 0.063	0.051 $\pm$ 0.019	0.065 $\pm$ 0.045	0.048 $\pm$ 0.043
T8	12	0.043 $\pm$ 0.039	0.049 $\pm$ 0.039	0.070 $\pm$ 0.055	0.052 $\pm$ 0.055
T9	12	0.055 $\pm$ 0.026	0.064 $\pm$ 0.043	0.052 $\pm$ 0.037	0.039 $\pm$ 0.037
T10	12	0.050 $\pm$ 0.034	0.072 $\pm$ 0.056	0.058 $\pm$ 0.043	0.048 $\pm$ 0.025

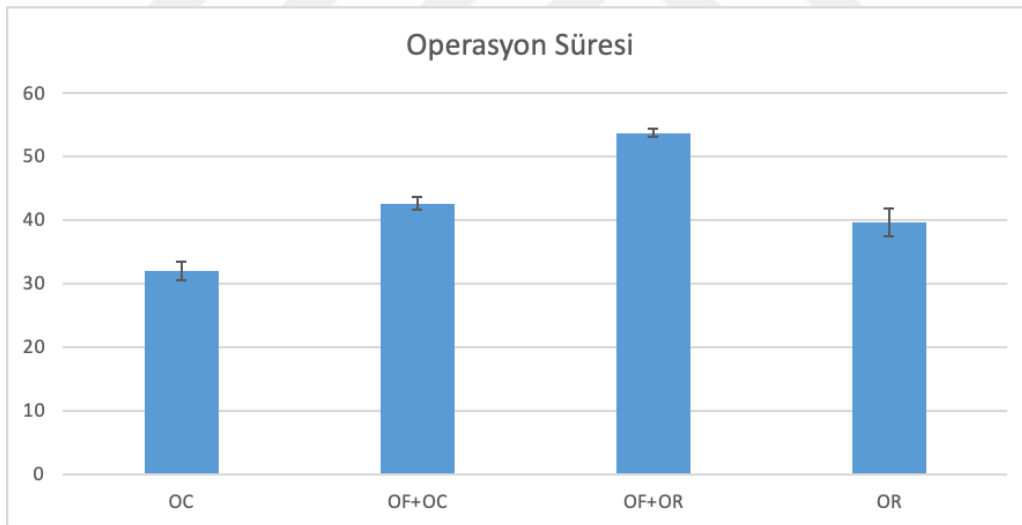


Şekil 18. Tüm grupların 10 mm'deki kök kanal transportasyon değerleri

Gruplara ait şekillendirme sürelerine ait veriler Tablo 3’te gösterildi. Gruplar arasında şekillendirme sürelerinde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Grup C (OF+OC), Grup A (OC)’ya göre; Grup D (OF+ OR), Grup B (OR)’ye göre daha uzun şekillendirme süresine sahip bulundu. Koronal genişletme yapılan gruplarda koronal genişletme yapılmayan gruplara göre anlamlı derecede daha yüksek şekillendirme süresi elde edildi ($p<0,05$). Resiprokal hareketle çalışan grupların rotasyonel hareketle çalışan gruplara göre daha yüksek şekillendirme süresine sahip olduğu gözlemlendi ($p<0,05$).

Tablo 3. Şekillendirme süresine ait istatistiksel veriler

Eğ e sistemi	N	Mean $\pm$ SD
OC	12	31.977 ± 2.175^a
OR	12	39.631 ± 3.529^b
OF+OC	12	42.625 ± 1.505^b
OF+OR	12	53.725 ± 1.102^c



Şekil 19. Tüm grupların şekillendirme süresine ait grafik

5. TARTIŞMA

Kök kanal preparasyonun en önemli amaçlarından biri, apikal bölgeden koronal bölgeye doğru konik bir şekil elde etmek ve orijinal kanal yolunu korumaktır (159). Bu konik formun elde edilmesi kök kanal sistemlerinin yeterli obturasyonu için bir ön koşuldur (160). Çeşitli Ni-Ti eğeleri ve farklı preparasyon teknikleri kullanılmasına rağmen, S-şekilli kök kanallarının preparasyonu aşaması hala zorlu bir tedavi basamağıdır. Kanal eğriliklerinin sıklığı ve derecesi üzerine yapılan radyografik incelemeler, tüm dişlerin sekonder eğriliklere sahip olduğunu göstermiştir (161). Kanal içindeki bu eğrilikler transportasyona neden olabilir. Kanal transportasyonunun olası komplikasyonları arasında apikal stop kaybı, zipping, ledge formasyonu ve perforasyon yer alır (162).

Ni-Ti eğelerin şekillendirme yetenekleri doğal dişler ve yapay rezin bloklar kullanılarak karşılaştırılmıştır. Ancak, dişlerin anatomik farklılıkları nedeniyle, doğal dişlerin kullanıldığı araştırmalarda tutarlılığı sağlamak özellikle zordur. Peters ve arkadaşlarına göre, doğal dişler kullanıldığında doğal dişlerin anatomik farklılıkları, sonuçları Ni-Ti eğelerden daha fazla etkilemektedir (163).

NiTi aletlerin S-şekilli kanallardaki şekillendirme yeteneği sonuçlarını araştırırken, standart kanallara sahip rezin blokların kullanılması gereklidir çünkü kanal uzunluğu, çapı ile koronal ve apikal eğriliklerin açıları ve yarıçapları açısından benzer kriterlere sahip S-şekilli kanallara sahip doğal dişler elde etmek neredeyse imkansızdır. Bununla birlikte, simüle kanallar kullanılarak yapılan çalışmaların bulguları, rezin ve dentin arasındaki sertlik farklılıkları nedeniyle klinik koşullar açısından dikkatle değerlendirilmelidir (164,165).

Geçmişte birçok yazar, koronal genişletme ve manuel koronal ön genişletme uygulanmasının giriş yolunu elde etmek için temel olduğunu ve bu nedenle NiTi eğelerin daha güvenli kullanımına izin verdiği fikrini vurgulamıştır (166–168). Bununla birlikte, “tek eğeli” endodonti dünyasına giriş, tedavi prosedürünü basitleştirme, kök kanalı preparasyonu için adım sayısını ve dolayısıyla çalışma sürelerini azaltma gibi büyük bir avantaj sağlamıştır (169,170).

Bu çalışmada, iki farklı hareketle çalışan tek eğe sistemlerinin tek başına ve koronal genişletme eğesi ile birlikte kullanımının ayrı ayrı kanal transportasyonuna etkisi karşılaştırmalı olarak değerlendirildi. Çalışmada gerçekleştirilen tüm mekanik preparasyonlar apikal çapı 0,25 mm olacak şekilde üreticinin talimatlarına uygun olarak kullanılarak tamamlandı.

Photoshop ve ImageJ programları kullanılarak rezin blokların arasındaki farkları tam olarak ölçmek için üst üste çakıştırma yapılarak enstrümantasyondan önce ve sonra kanalların anatomisinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi yapıldı. Tek eğe sistemlerinin tek başına ve koronal genişletme eğesi ile birlikte kullanımının ayrı ayrı kanal transportasyonuna etkisi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Bu sonuçlar dahilinde çalışmamızın sıfır hipotezi kabul edilmiştir.

Rahgda ve Iman'ın 2022 yılında, 60 rezin blok üzerinde rotasyon ve resiprokasyon hareketi ile çalışan tek eğeli sistemlerden olan Wave One Gold ve One Curve'ün kanal transportasyon yeteneğini inceledikleri çalışmada, tek eğeli sistemlerin transportasyon yeteneğinin farklı eğe kinematiklerinden etkilenmediği sonucu bulmuşlardır (171). Bu sonuç, bizim çalışmamızın sonucuyla uyumludur.

Saleh ve ark.'ları, 2015 yılında yaptıkları çalışmalarında, S-şekilli kanallarda şekillendirme yetenekleri açısından 4 farklı tek eğe sistemini karşılaştırmışlardır ve aralarında anlamlı farklılıklar elde etmiştir. Yapılan çalışmada resiprokasyon hareketi ile çalışan Reciproc, WaveOne eğeleri, S-şekilli kanallarda daha çok transportasyona neden olurken, One Shape, and F360 eğeleri orijinal kanal eğriliklerini iyi bir şekilde korumuştur (172). Bu durum, ikisinin de resiprokasyon hareketi, uç bölgelerindeki 0,08'lik taper ve her iki eğenin de M-wire alaşımından üretilmesi gibi ortak özelliklerine bağlanabilir. S-şekilli kanallar hazırlanırken daha az konik olan tek eğeler tercih edilmelidir çünkü orijinal kanal eğriliklerini daha fazla konikliğe sahip eğelere göre daha iyi korurlar. Bizim çalışmamızda kullanılan eğelerin koniklikleri aynı olduğu için böyle bir ayırım yapılamamıştır.

Gomaa ve ark.'ları 2021 yılında yaptıkları çalışmalarında, S-şekilli simüle kanallarda farklı ısıtım yöntemleriyle üretilen ProTaper Next (PTN), HyFlex EDM (HEDM) ve One Curve (OC) sistemlerinin şekillendirme yeteneğini karşılaştırmıştır. One Curve'ün en konservatif genişletmeyi sağladığı ve özellikle S-şekilli kanalların apikal kurvatürünü HyFlex EDM ve ProTaper Next'e göre daha iyi koruduğu sonucuna ulaşmıştır (173). Bu sonucun sebebi, OC eğesi orijinal kanal şekline daha iyi uyum sağlamasını mümkün kılan kontrollü hafıza özelliğine sahip tescilli bir ısıtım işlemle C-Wire'dan üretilmesi olabilir (174). Bizim çalışmamızda kullandığımız eğelerin ikisi de C-Wire'dan üretildiği için böyle bir fark bulunmamıştır.

Ikogou ve ark.'ları 2023 yılında yaptıkları çalışmalarında, One Curve, F6 SkyTaper ve Hyflex EDM tek eğe sistemlerinin şekillendirme kabiliyetini incelemiştir. Tüm eğe sistemleri kavisli kanalları şekillendirebilmiş ve orijinal anatomilerini koruyabilmiştir bu nedenle gruplar arasında transportasyon miktarı açısından anlamlı fark bulunmamıştır (175). Bu çalışmanın sonucu bizim çalışmamızla uyumludur.

Biasillo ve ark.'ları 2022 yılında yaptıkları çalışmalarında, 40 adet simüle S-şekilli kök kanallarında ve One Curve, One G ve OC, Reciproc Blue (RB), R-Pilot ve RB ile hazırlanmış kanallarda şekillendirme yeteneğini kıyaslamıştır. Glide-path preparasyonu, resiprokasyon veya rotasyon hareketinden bağımsız olarak, S-şekilli kanallara sahip rezin bloklarda kanalın apikal kısmında her iki tek eğenin merkezleme yeteneğini geliştirmiştir. Buna ek olarak, giriş yolu eğesi kullanılan veya kullanılmayan RB, OC ile karşılaştırıldığında apikal kısımda daha iyi merkezleme kabiliyeti ve simüle kanallarda daha az transportasyona neden olmuştur (176). Resiprokal hareketin bu sonuçları olumlu yönde etkilemiş olabileceği düşünülmüştür.

Tüfenkci ve ark.'ları 2019 yılındaki çalışmalarında, One Curve (OC), One Shape (OS) ve ProTaper Next eğelerinin 3 boyutlu basılmış mandibular molar dişlerdeki şekillendirme yeteneklerini karşılaştırmıştır. OC ve OS grupları arasında enstrümantasyon öncesi ve sonrası kanal hacmi ve yüzey alanı değişiklikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Apikal bölümde OC eğeleri, OS veya PTN sistemlerine göre anlamlı derecede daha az transportasyon göstermiştir. Bu farklılık OS ve ProTaper Next, M-Wire'dan üretilirken, OC'ün C-Wire'dan üretilmesinden kaynaklanmış olabilir.

Altufayli ve ark.'ları 2022 yılında yaptıkları çalışmalarında, 30 çekilmiş diş üzerinde ısıl işlem görmüş iki Ni-Ti tek eğe sisteminin resiprokasyon ve rotasyon hareketi kullanarak eğimli kanallarda şekillendirme yeteneğini karşılaştırmıştır. Resiprokasyon hareketine sahip Reciproc Blue ve rotasyon hareketine sahip One Curve, eğri kök kanalının çalışma uzunluğunda önemli bir farka neden olmazken, eğri kök kanalının eğriliğinde ve yarıçapında önemli bir farka neden olmuştur (177). One Curve'ün değişken kesiti ve doğrudan apikal foramene doğru rotasyon hareketi, resiprokasyon hareketi uygulayan ve S şeklinde bir kesite sahip olan Reciproc Blue'ya göre daha fazla değişikliğe neden olmuş olabilir. Bazı çalışmalar ise, resiprokasyon hareketinin dentin uzaklaştırma etkinliğinin yüksek olması nedeniyle, rotasyon hareketinin resiprokasyon hareketli sistemlere göre daha güvenli ve kök kanalının orijinal şeklini korumada daha iyi olduğunu bulmuştur (178,179). Bizim çalışmamızda bu sonuçların aksine farklı çalışma prensipleri arasında bir fark bulunmamıştır. Bu durum bizim çalışmamızda kullanılan eğelerde aynı alaşımın kullanılmasından kaynaklanmış olabilir.

Literatürde farklı eğe sistemlerinin S şekilli kanallardaki şekillendirme kabiliyeti hakkında birçok çalışma mevcuttur (180–188). One Curve tek eğe sistemi hakkında literatüre bakıldığında şekillendirme kabiliyeti, apikal debris ekstrüzyonu, transportasyon, merkezde kalma becerisi açısından incelenmiştir (189–194).

One RECI tek eğe sistemi piyasaya yeni sürülmüş bir eğe sistemi olup hakkında çok az çalışma yapılmıştır (195–198).

Kharouf ve ark.'ları 2022 yılında yaptıkları çalışmalarında, 150 adet mandibular molar dişlerde, 2 farklı irrigasyon protokolü kullanılarak One RECI, One Curve, WaveOne Gold Primary, ProTaper Next eğe sistemlerinin apikal debris ekstrüzyonu üzerindeki etkisini incelemiştir. One RECI ve One Curve alt gruplarının, kalan alt gruplardan daha az apikal debris ekstrüzyonuna neden olduğunu bulmuşlardır (199). Bu çalışma bizim çalışmamızda kullandığımız eğeleri farklı bir açıdan incelemiştir ancak literatürde One RECI ve One Curve eğelerinin transportasyona etkilerini karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızın literatüre bu konuda katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

Literatür incelendiğinde koronal genişletmenin çalışma boyunun uzunluğuna etkisi, apikal debris ekstürüzyonuna etkisi, merkezde kalma yeteneğine etkisi, kalan dentin kalınlığına etkisi üzerine birçok çalışma mevcuttur.(188,200–205) Ancak koronal genişletmenin, transportasyona etkisini inceleyen mevcut çalışma sayısı sınırlıdır. (20,23,206)

Hawi ve ark.'ları 2023 yılında yaptıkları çalışmalarında, 30 adet çekilmiş mandibular molar dişte One Flare eğesi kullanılarak koronal genişletmenin, ısıl işlem görmüş 2Shape (Micro Mega, Besançon, Fransa) ve HyFlex CM'nin kanal transportasyonu ve merkezleme yeteneği üzerinde etkisinin mikro bilgisayarlı tomografik (mikro-BT) değerlendirmesini yapmıştır. Koronal genişletme, apikal üçte birlik kısımda 2Shape sisteminde daha az transportasyon ve daha iyi merkezlenme ile sonuçlanırken HyFlex CM sistemi üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı sonucunu bulmuşlardır (207).

Alqahtani ve ark.'ları 2021 yılında, 48 adet çekilmiş mandibular molar dişlerin meziobukkal kanalında, farklı NiTi aletlerle hazırlanan eğimli kanallarda giriş yolu oluşturma ve koronal genişletmenin, merkezleme yeteneği ve transportasyon üzerindeki etkisini mikro-BT kullanarak karşılaştırmıştır. Karşılaştırılan gruplar arasında transportasyon ve merkezleme yeteneği açısından anlamlı bir fark bulmamışlardır (23). Bu çalışmanın sonucu bizim çalışmamızın sonucuyla uyumludur.

Özlek ve ark.'ları 2023 yılında, semptomatik irreversibl pulpitisli mandibular premolar dişlerde koronal genişletme eğesi (One Flare) ile rotasyonel (One Curve) ve resiprokal (WaveOne Gold) tek eğe sistemlerinin kullanımının postoperatif ağrı üzerine etkisini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda kök kanal preparasyonunda hem rotasyonel hem de resiprokal tek eğe sistemleri ile koronal genişletmenin yapılması, semptomatik irreversibl pulpitis tanısı konmuş mandibular premolar dişlerde daha az postoperatif ağrı ile sonuçlanmıştır (79). Yapılan çalışmada bizim çalışmamızdaki eğelerle benzer eğeler kullanılmıştır ancak bu çalışmadan farklı olarak biz çalışmamızda kullanılan eğelerin transportasyona etkilerini inceledik. Çalışmamızın literatüre bu konuda katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Kim ve ark.'ları 2021 yılında yaptıkları çalışmalarında, ProTaper GOLD, WaveOne GOLD ve TruNatomy'nin simüle edilmiş S şekilli kanallardaki şekillendirme kabiliyetlerinin karşılaştırmıştır. TruNatomy, S şeklindeki kavisli kanallarda orijinal apikal kanal eğriliğini ProTaper GOLD ve WaveOne GOLD'a göre daha iyi korumuştur. Şekillendirme süresi açısından incelendiğinde, iki farklı tek eğe sisteminde, WaveOne GOLD ve TruNatomy önemli farklılıklar göstererek TruNatomy 'nin şekillendirme süresi daha kısa olduğu için, WaveOne GOLD'dan daha iyi şekillendirme verimliliğine sahip olduğunu ortaya koymuşlardır (208).

Şekillendirme süresi, kullanılan enstrüman sayısına, operatör deneyimine ve kullanılan tekniğe bağlıdır. Çalışmamızda şekillendirme süresi aktif enstrümantasyon, enstrüman değiştirme, enstrümandaki debrislerin temizlenmesi ve irrigasyon için geçen süreyi kapsamaktadır. Çalışmamızın sonucunda koronal genişletme yapılan gruplar, kendi eğe sisteminde koronal genişletme yapılmayan gruplara göre daha fazla şekillendirme süresine sahiptir bunun sebebi şekillendirmede kullanılan eğe sayısının fazla olması dolayısıyla enstrüman değiştirmenin şekillendirme süresini arttırması ile sonuçlanmıştır.

Bu çalışmamızın bazı kısıtlamaları mevcuttur. Çalışmada kullanılan örneklerin rezin blok olması sebebiyle eğelerin gerçek kök kanallarında bulunan dentin yapısındaki etkileri izlenememektedir. Ayrıca elde edilen görüntüler yalnızca iki boyutlu incelemeye imkân vermektedir. Çalışma sonuçlarının klinik çalışmalarla desteklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

1. S şekilli kök kanallarında kullanılan tek eğe sistemlerinin hareket farklılığının kanal transportasyonuna etkisi bulunmamıştır.
2. S şekilli kök kanallarında koronal genişletme eğesi ile birlikte şekillendirme yapılmasının kanal transportasyonuna etkisi bulunmamıştır.
3. Koronal genişletmenin kanal transportasyonuna etkisini inceleyen daha fazla klinik ve in- vitro çalışmalara ihtiyaç vardır.



7. KAYNAKÇA

1. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30(8):559–67.
2. Bürklein S, Schäfer E. Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. *Endod Topics.* 2013;29(1):110–24.
3. Carr GB, Schwartz RS, Schaudinn C, Gorur A, Costerton JW. Ultrastructural examination of failed molar retreatment with secondary apical periodontitis: an examination of endodontic biofilms in an endodontic retreatment failure. *J Endod.* 2009;35(9):1303–9.
4. Tsesis I, Elbahary S, Venezia NB, Rosen E. Bacterial colonization in the apical part of extracted human teeth following root-end resection and filling: a confocal laser scanning microscopy study. *Clin Oral Investig.* 2018;22(1):267–74.
5. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006;32(5):389–98.
6. Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, Laneve E, Cocco A, Troiano G. Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. *Eur J Dent.* 2018 Jul;12(3):459–66.
7. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Topics.* 2005;10(1):77–102.
8. Baugh D, Wallace J. The Role of Apical Instrumentation in Root Canal Treatment: A Review of the Literature. *J Endod.* 2005;31(5):333–40.
9. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys: A review. *Int Endod J.* 2018;51(10):1088–103.
10. Lopes DS, Pessoa MAV, Câmara AC, Aguiar CM. Assessment of the Centralization of Root Canal Preparation with Rotary Systems. *Acta Stomatol Croat.* 2016;50(3):242–50.
11. Chan WS, Gulati K, Peters OA. Advancing Nitinol: From heat treatment to surface functionalization for nickel–titanium (NiTi) instruments in endodontics. *Bioact Mater.* 2023; 22:91.
12. Molander A, Caplan D, Bergenholtz G, Reit C. Improved quality of root fillings provided by general dental practitioners educated in nickel–titanium rotary instrumentation. *Int Endod J.* 2007;40(4):254–60.

13. Xavier F, Zuolo M, Nevares G, Kherlakian D, Velozo C, de Albuquerque D. Postoperative Pain after Use of the WaveOne Gold and XP-endo Shaper Systems: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*. 2021 Oct 1;47(10):1550–6.
14. Micro-Mega. One Curve Brochure. Available from: <https://micro-mega.com/shaping/one-curve/?lang=en> Accessed 2024 Jul 10.
15. Pedullà E, Kharouf N, Caruso S, La Rosa GRM, Jmal H, Haikel Y, et al. Torsional, Static, and Dynamic Cyclic Fatigue Resistance of Reciprocating and Continuous Rotating Nickel-Titanium Instruments. *J Endod*. 2022 ;48(11):1421–7.
16. Homayoon A, Hamidi MR, Haddadi A, Madani ZS, Moudi E, Bijani A. Comparing the coronal flaring efficacy of five different instruments using cone-beam computed tomography. *Iran Endod J*. 2015;10(4).
17. Bane K, Faye B, Sarr M, Niang SO, Ndiaye D, Machtou P. Root Canal Shaping by Single-File Systems and Rotary Instruments: a Laboratory Study. *Iran Endod J*. 2015;10(2):135.
18. Silva Schmitz M, Santos R, Capelli A, Jacobovitz M, Spanó JCE, Pécora JD. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in mandibular molars: SEM analysis. *Braz Dent J*. 2008;19(3):245–51.
19. Ataya M. Fracture Resistance And Bending Stiffness Of Heat Treated (Oneflare) And Non-Heat Treated (Oneflare) Nickel-Titanium Rotary Instruments With Same Geometric Features. Hamdan Bin Mohammed College of Dental Medicine of The Mohammed Bin Rashid University of Medicine and Health Sciences, Masters of Science in Endodontics, Ajman, 2008.
20. Hawi N, Pedullà E, La Rosa GRM, Conte G, Nehme W, Neelakantan P. Influence of Coronal Flaring on the Shaping Ability of Two Heat-Treated Nickel-Titanium Endodontic Files: A Micro-Computed Tomographic Study. *J Clin Med*. 2023;12(1).
21. Gu Y, Zhou P, Ding Y, Wang P, Ni L. Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars: Part III--An odontometric analysis. *J Endod*. 2011;37(4):485–90.
22. León-López M, Cabanillas-Balsera D, Areal-Quecuty V, Martín-González J, Jiménez-Sánchez MC, Saúco-Márquez JJ, et al. Influence of Coronal Preflaring on the Accuracy of Electronic Working Length Determination: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2021;10(13).

23. Alqahtani O, AbuMostafa A. Effect of Glide Path and Coronal Flaring on the Centering Ability and Transportation of Root Canals: Micro-CT In Vitro Study. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2021 Dec 1;22(12):1471–6.
24. Plotino G, Nagendrababu V, Bukiet F, Grande NM, Veettil 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. *J Endod*. 2020;46(6):707–29.
25. Schilder H. Cleaning and Shaping the Root Canal. *Dent Clin North Am*. 1974 Apr 1;18(2):269–96.
26. Cohen S, Burns R, Ruddle JC. Cleaning and shaping the root canal system. In: *Pathways of the pulp*. Ed: Kenneth M. Hargreaves, St. Louis: Mosby Inc, 2002. p. 231–91.
27. Tomson PL, Simon SR. Contemporary Cleaning and Shaping of the Root Canal System. *Prim Dent*. 2016;5(2):46–53.
28. Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod*. 2009;35(7):1056–9.
29. West J, Roane J. Cleaning and shaping the root canal system. In: *Pathways of the pulp*. Ed: Cohen S, Burns RC, St Louis: Mosby, 1998. p. 203–57.
30. Gordon TM, Damato D, Christner P. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. *J Endod*. 1981;7(10):466–9.
31. Berutti E. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J Endod*. 1997 ;23(12):725–7.
32. Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *J Endod*. 2006;32(5):417–20.
33. Arvaniti IS, Khabbaz MG. Influence of root canal taper on its cleanliness: a scanning electron microscopic study. *J Endod*. 2011;37(6):871–4.
34. Berutti E, Castellucci A. Endodonti, Kök kanal sistemini temizleme ve şekillendirme. (Çev. Ed. Özçelik B). *Güneş Tıp Kitapevleri*, Ankara, 2023, s. 605.
35. McComb D, Smith DC, Beagrie GS. The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation a scanning electron microscopic study. *J Br Endod Soc*. 1976;9(1):11–8.

36. Lin LM, Rosenberg PA, Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *J Am Dent Assoc.* 2005;136(2):187–93.
37. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics.* 2005;10(1):30–76.
38. Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Topics.* 2005;10(1):103-122.
39. Blum JY, Machtou P, Esber S, Micallef JP. Analysis of forces developed during root canal preparation with the balanced force technique. *Int Endod J.* 1997;30(6):386–96.
40. Ingle JJ. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1961;14(1):83–91.
41. New American Dental Association Specification no. 28 for endodontic files and reamers. Council on Dental Materials and Devices. *J Am Dent Assoc.* 1976;93(4):813–7.
42. Craig RG, Peyton FA. Physical properties of stainless steel endodontic files and reamers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 1963;16(2):206–17.
43. Gallegos AG, Bertolotti RL. Effect of sodium hypochlorite on the strength of carbon steel endodontic instruments. *J Endod.* 1981;7(9):423–5.
44. Craig RG, Peyton FA. Physical properties of carbon steel root canal files and reamers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 1962;15(2):213–26.
45. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000;33(4):297–310.
46. Pedrazzi V, de Oliveira-Neto JM, Sequeira P, Fedorowicz Z, Nasser M. Hand and ultrasonic instrumentation for orthograde root canal treatment of permanent teeth. *Journal of Applied Oral Science.* 2010;18(3):268–72.
47. Peters OA, Peters CI. Cleaning and Shaping of the Root Canal System. *Cohen's Pathways of the Pulp*, Ed: Kenneth M. Hargreaves, St. Louis: Mosby Inc. Tenth Edition. 2010;283–348.
48. Saunders E. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endod Topics.* 2005;10(1):163–7.
49. Alaçam T, Aydın M, Tınaz C, Ömürlü H, Erten Can H, Uzel İ. Endodonti Tayfun Alaçam. 1.Cilt, Nobel Kitapevi, Ankara, 2012. 461–462 p.

50. Newman JG, Brantley WA, Gerstein H. A study of the cutting efficiency of seven brands of endodontic files in linear motion. *J Endod.* 1983;9(8):316–22.
51. Alaçam T, Aydın M, Tınaz C, Ömürlü H, Erten Can H, Uzel İ. *Endodonti Tayfun Alaçam*. 1.Cilt, Nobel Kitapevi, Ankara, 2012. 456–457 p.
52. Krell K. Endodontic instruments. In: *Principles and practise in endodontics*. Ed: WB Saunders, 1989. p. 149.
53. Glosson CR, Haller RH, Brent Dove S, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod.* 1995;21(3):146–51.
54. Cantatore G, Castellucci A, Berutti E. *Endodonti, Endodontik Enstrümanlar*. (Çev. Ed. Özçelik B). Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara, 2023, s. 524–5.
55. Johnson W. New technology in endodontics. In: *Third World Conference on Endodontics*. Rome; 1995.
56. Tomson PL, Simon SR. Contemporary Cleaning and Shaping of the Root Canal System. 2016;5(2):46–53.
57. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988;14(7):346–51.
58. Wang FE, Pickart SJ, Alperin HA. Mechanism of the TiNi Martensitic Transformation and the Crystal Structures of TiNi-II and TiNi-III Phases. *J Appl Phys.* 1972;43(1):97–112.
59. Setzer FC, Böhme CP. Influence of Combined Cyclic Fatigue and Torsional Stress on the Fracture Point of Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endod.* 2013;39(1):133–9.
60. Andreasen GF, Morrow RE. Laboratory and clinical analyses of nitinol wire. *Am J Orthod.* 1978;73(2):142–51.
61. Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod.* 1997;23(8):503–7.
62. Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G. Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study. *J Endod.* 2004;30(6):432–5.
63. Camões ICG, Salles MR, Fernando MVM, Freitas LF, Gomes CC. Relationship between the size of patency file and apical extrusion of sodium hypochlorite. *Indian J Dent Res.* 2009;20(4):426–30.

64. Arens FC, Hoen MM, Steiman HR, Dietz GC. Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. *J Endod*. 2003;29(10):664–6.
65. Peters OA, de Azevedo Bahia MG, Pereira ESJ. Contemporary Root Canal Preparation: Innovations in Biomechanics. *Dent Clin North Am*. 2017;61(1):37–58.
66. Haapasalo M, Shen Y. Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endod Topics*. 2013;29(1):3–17.
67. Gavini G, dos Santos M, 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*. 2018;32(1):44–65.
68. Güneç HG, Onay HH, Ekinci B, Özyer Yaran A, Kasimi T, Danacı A. Nickel-Titanium instruments used in endodontics from past to present; a journey between generations from evolution to revolution. *Yeditepe Dental Journal*. 2022;18(2):61–74.
69. Gambarini G, Plotino G, Grande NM, Al-Sudani D, De Luca M, Testarelli L. Mechanical properties of nickel-titanium rotary instruments produced with a new manufacturing technique. *Int Endod J*. 2011;44(4):337–41.
70. McCormick PG, Liu Y. Thermodynamic analysis of the martensitic transformation in NiTi—II. Effect of transformation cycling. *Acta Metallurgica et Materialia*. 1994 Jul 1;42(7):2407–13.
71. Saber SEDM, Nagy MM, Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2015;48(1):109–14.
72. Wan J, Rasimick BJ, Musikant BL, Deutsch AS. A comparison of cyclic fatigue resistance in reciprocating and rotary nickel-titanium instruments. *Aust Endod J*. 2011;37(3):122–7.
73. Metzger Z, Solomonov M, Kfir A. The role of mechanical instrumentation in the cleaning of root canals. *Endod Topics*. 2013;29(1):87–109.
74. Çapar ID, Arslan H. A review of instrumentation kinematics of engine-driven nickel-titanium instruments. *Int Endod J*. 2016;49(2):119–35.
75. Garg, N. and Garg A. Textbook of endodontics. 4th ed. Boydell & Brewer Ltd, England 2010;536–265.

76. Ahmed M, Ataya M. Fracture Resistance and Bending Stiffness of Heat Treated (oneflare)and Non-Heat Treated (oneflare) Nickel titanium Rotary Instruments with Same Geometric Features. 2017.
77. Ataya M, Ha JH, Kwak SW, Abu-Tahun IH, El Abed R, Kim HC. Mechanical Properties of Orifice Preflaring Nickel-titanium Rotary Instrument Heat Treated Using T-Wire Technology. J Endod. 2018;44(12):1867–71.
78. Micro-Mega. One Flare Brochure. Accessed 2024 Jul 24. Available from: <https://micro-mega.com/one-flare/?lang=en>
79. Özlek E, Gündüz H. The Effect of Using Different Kinematics Single File Systems with Coronal Preflaring Instruments on Postoperative Pain with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. J Endod. 2023;49(12):1625–33.
80. 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;48(1):117–22.
81. MicroMega. One RECI Brochure. Accessed 2024 Jul 12. Available from: <https://micro-mega.com/shaping/one-reci/?lang=en>
82. Mustafa M, Attur K, Bagda KK, Singh S, Oak A, Kathiria N. An Appraisal on Newer Endodontic File Systems: A Narrative Review. Journal of Contemporary Dental Practice. 2022;23(9):944–52.
83. Jafarzadeh H, Abbott P V. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. Int Endod J. 2010;43(9):738–62.
84. Kapalas A, Lambrianidis T. Factors associated with root canal ledging during instrumentation. Dental Traumatology. 2000;16(5):229–31.
85. Greene KJ, Krell K V. Clinical factors associated with ledged canals in maxillary and mandibular molars. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1990;70(4):490–7.
86. Jafarzadeh H, Abbott P V. Ledge Formation: Review of a Great Challenge in Endodontics. J Endod. 2007;33(10):1155–62.
87. Wu MK, De Gee A, Wesselink P. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. Int Endod J. 1994;27(5):233–8.
88. Vinayak Chakravarthy Pishipati K, Pishipati C. An In Vitro Comparison of Propex II Apex Locator to Standard Radiographic Method. Iran Endod J. 2013;8(3):114.

89. Sonnlag D, Slachniss-Carp S, Stachniss V. Determination of root canal curvatures before and after canal preparation (part 1): a literature review. *Aust Endod J*. 2005;31(3):89–93.
90. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J*. 2007;52(1 Suppl).
91. Schäfer E, Dammaschke T. Development and sequelae of canal transportation. *Endod Topics*. 2006;15(1):75–90.
92. Sharma Col CMC, Arora Maj Gen V. MGV. Determination of Working Length of Root Canal. *Med J Armed Forces India*. 2010;66(3):231.
93. Tien M, Tjoa H, Zhou M, Abbott P V. Comparative Study of Four Endodontic File Systems to Assess Changes in Working Length during Root Canal Instrumentation and the Effect of Canal Curvature on Working Length Change. *J Endod*. 2020;46(1):110–5.
94. Wevers M. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: Rationale, performance and safety. Status Report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent*. 2001; 14(5):324-33.
95. Gutmann JL. Problem Solving in Endodontics, 10: Problem-Solving Clinical Techniques in Enlarging and Shaping the Root Canal, 2011, p: 195-208.
96. Pagavino G, Pace R, Baccetti T. A SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod*. 1998;24(6):438–41.
97. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod*. 2006;32(11):1031–43.
98. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod*. 2000;26(3):161–5.
99. Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod*. 2004;30(10):722–5.
100. Peng B, Shen Y, Cheung GSP, Xia TJ. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: longitudinal examination. *Int Endod J*. 2005 Aug;38(8):550–7.
101. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *British Dental Journal*. 2013;214(8):395–400.
102. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc*. 1980;101(5):792–4.
103. Castellucci A, Berutti E, Cantatore G. Endodonti, Rehber Yol ve İlk Genişletme. (Çev. Ed. Özçelik B). Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara, 2023, s. 724–36.

104. Bane K, Faye B, Sarr M, Niang SO, Ndiaye D, Machtou P. Root Canal Shaping by Single-File Systems and Rotary Instruments: a Laboratory Study. *Iran Endod J.* 2015;10(2):135.
105. Castellucci A, Berutti E. Endodonti, Kök Kanal Şekillendirmesinin Temel Kavramları. (Çev. Ed. Özçelik B). Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara, 2023, s. 663.
106. Torabinejad M. Passive step-back technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994;77(4):398–401.
107. Plotino G, Nagendrababu V, Bukiet F. Influence of Negotiation, Glide Path, and Preflaring Procedures on Root Canal Shaping-Terminology, Basic Concepts, and a Systematic Review. 2020;46(6):707-29.
108. Castellucci A, Elio Berutti. Endodonti, Kök Kanal Şekillendirmesinin Temel Kavramları. (Çev. Ed. Özçelik B). Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara, 2023, s. 661–662.
109. Tan BT, Messer HH. The effect of instrument type and preflaring on apical file size determination. *Int Endod J.* 2002;35(9):752–8.
110. Caldwell JL. Change in working length following instrumentation of molar canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1976;41(1):114–8.
111. Borges ÁH, Damião MS, Pereira TM, Filho GS, Miranda-Pedro FL, Luiz de Oliveira da Rosa W, et al. Influence of Cervical Preflaring on the Incidence of Root Dentin Defects. *J Endod.* 2018;44(2):286-91.
112. Practice GLE. Preparation of the root canal: Equipment and technique for cleaning, shaping, and irrigation. 1988:179-227.
113. Pecora JD, Capelli A, Guerisoli DMZ, Spanó JCE, Estrela C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. *Int Endod J.* 2005;38(7):430–5.
114. Silveira LFM, Martos J, Pintado LS, Teixeira RA, César Neto JB. Early flaring and crown-down shaping influences the first file bind to the canal apical third. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2008;106(2):99–101.
115. Silveira LFM, Silveira CF, de Castro LAS, Neto JBC, Martos J. Crown-down preflaring in the determination of the first apical file. *Braz Oral Res.* 2010;24(2):153–7.

116. Khan IU, Sobhi MB. Detecting the apical constriction in curved mandibular molar roots--preflared versus nonflared canals. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2003;15(3):47–9.
117. Stabholz A, Rotstein I, Torabinejad M. Effect of preflaring on tactile detection of the apical constriction. *J Endod*. 1995;21(2):92–4.
118. Schroeder KP, Walton RE, Rivera EM. Straight Line Access and Coronal Flaring: Effect on Canal Length. *J Endod*. 2002;28(6):474–6.
119. Dean Davi R, Gordon Marshal J, Craig Baumgartne J. Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments. *J Endod*. 2002;28(6):438–42.
120. Ibarrola JL, Chapman BL, Howard JH, Knowles KI, Ludlow MO. Effect of preflaring on Root ZX apex locators. *J Endod*. 1999;25(9):625–6.
121. de Camargo ÉJ, Zapata RO, Medeiros PL, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RB, et al. Influence of Preflaring on the Accuracy of Length Determination With Four Electronic Apex Locators. *J Endod*. 2009;35(9):1300–2.
122. Appl J, 538 OS, Brito-Júnior M, Camilo CC, Moreira-Júnior G, Pecora JD. Effect of pre-flaring and file size on the accuracy of two electronic apex locators. *Journal of Applied Oral Science*. 2012;20(5):538–43.
123. Coelho MS, Card SJ, Tawil PZ. Visualization Enhancement of Dentinal Defects by Using Light-Emitting Diode Transillumination. *J Endod*. 2016;42(7):1110–3.
124. Wilcox LR. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J Endod*. 1997;23(8):533–4.
125. Plotino G, Nagendrababu V, Bukiet F, Grande NM, Veettil 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. *J Endod*. 2020;46(6):707–29.
126. Isom TL, Marshall JG, Baumgartner JC. Evaluation of root thickness in curved canals after flaring. *J Endod*. 1995;21(7):368–71.
127. Duarte MAH, Bernardes RA, Ordinola-Zapata R, de Vasconcelos BC, Bramante CM, de Moraes IG. Effects of Gates-Glidden, La Axxess and orifice shaper burs on the cervical dentin thickness and root canal area of mandibular molars. *Braz Dent J*. 2011;22(1):28–31.

128. Wu MK, Van Der Sluis LWM, Wesselink PR. The risk of furcal perforation in mandibular molars using Gates-Glidden drills with anticurvature pressure. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2005;99(3):378–82.
129. Setzer FC, Böhme CP. Influence of Combined Cyclic Fatigue and Torsional Stress on the Fracture Point of Nickel-Titanium Rotary Instruments. *J Endod*. 2013;39(1):133–7.
130. Miyazaki S, Ohmi Y, Otsuka K, Suzuki Y. Characteristics Of Deformation And Transformation Pseudoelasticity In Ni-Ti Alloys. *Journal de Physique Colloques*. 1982;43(C4).
131. Ehrhardt IC, Zuolo ML, Cunha RS, De Martin AS, Kherlakian D, De Carvalho MCC, et al. Assessment of the Separation Incidence of Mtwo Files Used with Preflaring: Prospective Clinical Study. *J Endod*. 2012;38(8):1078–81.
132. Maniglia-Ferreira C, Gomes F de A, Ximenes T, Neto MAT, Arruda TE, Ribamar GG, et al. Influence of reuse and cervical preflaring on the fracture strength of reciprocating instruments. *Eur J Dent*. 2017;11(1):41–7.
133. Swindle RB, Neaverth EJ, Pantera EA, Ringle RD. Effect of coronal-radicular flaring on apical transportation. *J Endod*. 1991;17(4):147–9.
134. 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.
135. Luebke NH, Brantley WA. Physical dimensions and torsional properties of rotary endodontic instruments. I. Gates glidden drills. *J Endod*. 1990;16(9):438–41.
136. Pecora JD, Capelli A, Guerisoli DMZ, Spanó JCE, Estrela C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. *Int Endod J*. 2005;38(7):430–5.
137. Buchanan SL. Innovations in Endodontics Instruments and Techniques: How They Simplify Treatment- Dentistry Today. *Dent Today*. 2002;(21):52–61.
138. Arslan H, Karataş E, Capar ID, Özsu D, Doğanay E. Effect of ProTaper Universal, Endoflare, Revo-S, HyFlex coronal flaring instruments, and Gates Glidden drills on crack formation. *J Endod*. 2014;40(10):1681–3.
139. Ataya M, Ha JH, Kwak SW, Abu-Tahun IH, El Abed R, Kim HC. Mechanical Properties of Orifice Preflaring Nickel-titanium Rotary Instrument Heat Treated Using T-Wire Technology. *J Endod*. 2018;44(12):1867–71.

140. Cantatore G, Castellucci A, Berutti E. Endodonti, Endodontik Enstrümanlar. (Çev. Ed. Özçelik B). Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara, 2023, s. 552.
141. Blum JY, Machtou P, Ruddle C, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. J Endod. 2003;29(9):567–75.
142. Dentsply Sirona. ProFile Orifice Shaper Brochure. Accessed 2024 Aug 5. Available from: <https://www.dentsplysirona.com/en-gb/shop/BP-300503/profile-orifice-shaper.html>
143. Cantatore G, Castellucci A, Berutti E. Endodonti, Endodontik Enstrümanlar. (Çev. Ed. Özçelik B). Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara, 2023, s. 555.
144. Cantatore G, Castellucci A, Berutti E. Endodonti, Endodontik Enstrümanlar. (Çev. Ed. Özçelik B). Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara, 2023, s. 562.
145. Dentsply Sirona. ProTaper Next Brochure. Accessed 2024 Aug 5. Available from: <https://www.dentsplysirona.com/tr-tr/kesfet/markaya-gore-kesfet/protaper-next.html>
146. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. Int Endod J. 2013;46(9):800–7.
147. De-Deus G. Research that matters – root canal filling and leakage studies. Int Endod J. 2012;45(12):1063–4.
148. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Duarte MAH, Cavenago BC, Jaramillo D, Versiani MA. Shaping ability of Reciproc and TF Adaptive systems in severely curved canals of rapid microCT-based prototyping molar replicas. Journal of Applied Oral Science. 2014;22(6):509.
149. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. J Endod. 1975;1(8):255–62.
150. Hulsmann M, Hulsmann H, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endod Topics. 2005;10(1):30–76.
151. Cunningham CJ, Senia ES. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. J Endod. 1992;18(6):294–300.
152. Schäfer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. Int Endod J. 2003;36(3):199–207.

153. Schäfer E, Tepel J, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. *J Endod.* 1995;21(10):493–7.
154. Lim KC, Webber J. The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. *Int Endod J.* 1985;18(4):240–6.
155. Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J.* 2000;33(3):255–61.
156. Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J.* 2000;33(3):248–54.
157. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J.* 2001;34(5):390–8.
158. Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod.* 2001;27(1):1–6.
159. Silva EJNL, Muniz BL, Pires F, Belladonna FG, Neves AA, Souza EM, et al. Comparison of canal transportation in simulated curved canals prepared with ProTaper Universal and ProTaper Gold systems. *Restor Dent Endod.* 2016;41(1):1.
160. Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2005;31(5):373–5.
161. Willershausen B, Kasaj A, Röhrig B, Marroquin BB. Radiographic investigation of frequency and location of root canal curvatures in human mandibular anterior incisors in vitro. *J Endod.* 2008;34(2):152–6.
162. Pinheiro SR, Alcalde MP, Vivacqua-Gomes N, Bramante CM, Vivan RR, Duarte MAH. Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *Int Endod J.* 2018;51(6):705–13.
163. Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod.* 2001;27(1):1–6.
164. Hulsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics.* 2005;10(1):30–76.

165. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30(8):559–67.
166. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod.* 2004;30(4):228–30.
167. Patiño PV, Biedma BM, Liébana CR, Cantatore G, Bahillo JG. The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *J Endod.* 2005;31(2):114–6.
168. Morgental RD, Vier-Pelisser FV, Kopper PMP, De Figueiredo JAP, Peters OA. Cutting efficiency of conventional and martensitic nickel-titanium instruments for coronal flaring. *J Endod.* 2013;39(12):1634–8.
169. Abu Haimed A, Abuhaimed T, Dummer P, Bryant S. The root canal shaping ability of WaveOne and Reciproc versus ProTaper Universal and Mtwo rotary NiTi systems. *Saudi Endodontic Journal.* 2017;7(1):8–15.
170. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J.* 2012;45(5):449–61.
171. Almazedi RAK, Al-Zaka IM. Influence of two kinematics on canal transportation and centering ability of WaveOne Gold and One Curve files. *Aust Endod J.* 2024;50(1):24–39.
172. Saleh AM, Gilani PV, Tavanafar S, Schäfer E. Shaping ability of 4 different single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2015;41(4):548–52.
173. Gomaa MA, Osama M, Badr AE. Shaping ability of three thermally treated nickel-titanium systems in S-shaped canals. *Aust Endod J.* 2021;47(3):435–41.
174. Vyver PJ, Paleker F, Vorster M, de Wet FA. Root Canal Shaping Using Nickel Titanium, M-Wire, and Gold Wire: A Micro-computed Tomographic Comparative Study of One Shape, ProTaper Next, and WaveOne Gold Instruments in Maxillary First Molars. *J Endod.* 2019;45(1):62–7.
175. Ikogou T, Chai F, Verriest B, Kadiatou SY, Delattre J, Deveau E. Shaping Ability of F6 SkyTaper®, Hyflex® EDM One File, and One Curve®: A Micro-computed Tomographic Evaluation in Curved Root Canals. *Eur Endod J.* 2023;8(2):156.

176. Biasillo V, Castagnola R, Colangeli M, Panzetta C, Minciocchi I, Plotino G. Comparison of shaping ability of the Reciproc Blue and One Curve with or without glide path in simulated S-shaped root canals. *Restor Dent Endod.* 2022;47(1).
177. Kwak SW, Ha JH, Shen Y, Haapasalo M, Kim HC. Comparison of the effects from coronal pre-flaring and glide-path preparation on torque generation during root canal shaping procedure. *Aust Endod J.* 2022;48(1):131–7.
178. Altufayli MD, Salim B, Katbeh I, Merei R, Mamasaidova Z. Shaping Ability of Reciproc Blue Versus One Curve in Curved Canal: An In-Vitro Study. *Cureus.* 2022;14(4).
179. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: A micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2014;40(11):1860–4.
180. Marceliano-Alves MFV, Sousa-Neto MD, Fidel SR, Steier L, Robinson JP, Pécora JD. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: a micro-CT study. *Int Endod J.* 2015;48(12):1129–36.
181. Biasillo V, Castagnola R, Colangeli M, Panzetta C, Minciocchi I, Plotino G. Comparison of shaping ability of the Reciproc Blue and One Curve with or without glide path in simulated S-shaped root canals. *Restor Dent Endod.* 2022;47(1).
182. Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *J Endod.* 2017;43(5):805–9.
183. Shi L, Zhou J, Wan J, Yang Y. Shaping ability of ProTaper Gold and WaveOne Gold nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped root canals. *J Dent Sci.* 2022;17(1):430–7.
184. Mahmoud O, Alhimairi S, Sultan D, Ali A. Shaping Ability of Different Rotary and Reciprocating File Systems in Simulated S-Shaped Root Canals. *Eur Endod J.* 2024;9(2):114–23.
185. Gomaa MA, Osama M, Badr AE. Shaping ability of three thermally treated nickel-titanium systems in S-shaped canals. *Aust Endod J.* 2021;47(3):435–41.
186. Saleh AM, Gilani PV, Tavanafar S, Schäfer E. Shaping ability of 4 different single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2015;41(4):548–52.

187. Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schäfer E, Tripi TR. Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2009;35(6):883–6.
188. Zhang L, Luo HX, Zhou XD, Tan H, Huang DM. The shaping effect of the combination of two rotary nickel-titanium instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2008;34(4).
189. Alrahhal M, Tunç F. Comparison of four different file systems in terms of transportation in S-shaped canals and apically extruded debris. *J Oral Sci.* 2024;66(4).
190. Ikogou T, Chai F, Verriest B, Kadiatou SY, Delattre J, Deveaux E. Shaping Ability of F6 SkyTaper®, Hyflex® EDM One File, and One Curve®: A Micro-computed Tomographic Evaluation in Curved Root Canals. *Eur Endod J.* 2023;8(2):156–61.
191. Yalniz H, Koohnavard M, Oncu A, Celikten B, Orhan AI, Orhan K. Comparative evaluation of dentin volume removal and centralization of the root canal after shaping with the ProTaper Universal, ProTaper Gold, and One-Curve instruments using micro-CT. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2021;15(1):47–52.
192. Altufayli MD, Salim B, Katbeh I, Merei R, Mamasaidova Z. Shaping Ability of Reciproc Blue Versus One Curve in Curved Canal: An In-Vitro Study. *Cureus.* 2022;14(4).
193. Coşkun E, Koçak S, Özdemir O, Sağlam BC, Koçak MM. Apical extrusion of debris when using OneCurve, ProTaper Next and TruNatomy in curved canals. *Dent Med Probl.* 2023;60(3):421–6.
194. Tufenkci P, Orhan K, Celikten B, Bilecenoglu B, Gur G, Sevimay S. Micro-computed tomographic assessment of the shaping ability of the One Curve, One Shape, and ProTaper Next nickel-titanium rotary systems. *Restor Dent Endod.* 2020;45(3).
195. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Kafdağ Ö, Balkaya H. Effect of two different temperatures on resistance to cyclic fatigue of one Curve, EdgeFile, HyFlex CM and ProTaper next files. *Aust Endod J.* 2020;46(1):68–72.
196. Mustafa M, Attur K, Kumar Bagda K, Singh S, Oak A, Kathiria N. An Appraisal on Newer Endodontic File Systems: A Narrative Review. *J Contemp Dent Pract.* 2022;23(9):944-952.

197. Kaşıkçı S, Türker SA. Effect of Movement Kinematics and Heat-Treated Alloys on the Apical Extrusion of Debris: An In Vitro Study. *Niger J Clin Pract.* 2024;27(6):774–8.
198. Vieira VTL, Jaime A, Puente CG, Soimu G, Silva EJNL, Elias CN. Reciprocating torsional fatigue and mechanical tests of thermal-treated NiTi instruments. *J Endod.* 2024.
199. Pedullà E, Kharouf N, Caruso S, La Rosa GRM, Jmal H, Haikel Y. Torsional, Static, and Dynamic Cyclic Fatigue Resistance of Reciprocating and Continuous Rotating Nickel-Titanium Instruments. *J Endod.* 2022;48(11):1421–7.
200. Kharouf N, Pedullà E, Nehme W, Akarma K, Mercey A, Gros CI. Apically Extruded Debris in Curved Root Canals Using a New Reciprocating Single-File Shaping System. *J Endod.* 2022;48(1):117–22.
201. Schroeder KP, Walton RE, Rivera EM. Straight line access and coronal flaring: Effect on canal length. *J Endod.* 2002;28(6).
202. Hwang HK, Park CH, Bae SC. The analysis of initial apical file size before and after coronal flaring. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry.* 2003;28(1):64–71.
203. Saryılmaz Ö, Sessiz R, Kocaman OS. The Impact of Coronal Flaring Files on Pericervical Dentin Thickness in Mandibular Molars. *J Endod.* 2024;50(4):514–9.
204. Özlek E, Gündüz H. The Effect of Using Different Single File Systems With Coronal Flaring Instruments on Postoperative Pain. *J Endod.* 2023;49(12):1625–1633.
205. 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;49(9).
206. Arslan H, Karataş E, Capar ID, Özsu D, Doğanay E. Effect of ProTaper Universal, Endoflare, Revo-S, HyFlex coronal flaring instruments, and Gates Glidden drills on crack formation. *J Endod.* 2014;40(10):1681–3.
207. Swindle RB, Neaverth EJ, Pantera EA, Ringle RD. Effect of coronal-radicular flaring on apical transportation. *J Endod.* 1991;17(4):147–9.
208. Hawi N, Pedullà E, La Rosa GRM, Conte G, Nehme W, Neelakantan P. Influence of Coronal Flaring on the Shaping Ability of Two Heat-Treated Nickel-Titanium

Endodontic Files: A Micro-Computed Tomographic Study. *Journal of Clinical Medicine* 2023;12(1):357.

209. Kim HW, Jeon SJ, Seo MS. Comparison of the canal transportation of ProTaper GOLD, WaveOne GOLD, and TruNatomy in simulated double-curved canals. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):1-7.



8. EKLER

Ek1. İntihal Beyan Formu

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Endodonti Anabilim Dalında yürütülen “Rotasyon ve Resiprokal Hareketle Çalışan İki Farklı Tek Eğe Sisteminde Koronal Genişletmenin Kanal Transportasyonuna Etkisi” başlıklı tez için akademik intihal engelleme programında yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdadır.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz. 14 /02/ 2025

Öğrenci Adı-Soyadı

Arş. Gör. Açelya DEMİRCİ ÖNDER

Danışman Adı-Soyadı

Prof. Dr. Baran Can SAĞLAM

İmza

İmza

BENZERLİK ORANLARI: %6

Ek: İntihal tespit programı çıktısı

Ek 2. İntihal Tespit Program Çıktısı

Rotasyon ve Resiprokal Hareketle Çalışan İki Farklı Tek Eğ Sisteminde Koronal Genişletmenin Kanal Transportasyonuna Etkisi

ORJİNALLİK RAPORU

% 6	% 5	% 4	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Bülent Ecevit Üniversitesi Öğrenci Ödevi	% 2
2	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 2
3	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<% 1
4	Erbay, Dilek. "Egri Kok Kanallarında Sekillendirme Sirasında Kanal Duvarlarında Ve Aletlerin üzerinde Olusan Streslerin uc Boyutlu Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Degerlendirilmesi.", Marmara Universitesi (Turkey), 2021 Yayın	<% 1
5	Submitted to Istanbul Medipol Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
6	dfzljdn9uc3pi.cloudfront.net İnternet Kaynağı	<% 1
7	Submitted to Saglik Bilimleri Universitesi Öğrenci Ödevi	<% 1

Ek 3. Tez Yazım Değerlendirme Formu

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Endodonti Anabilim Dalında yürütülen “Rotasyon ve Resiprokal Hareketle Çalışan İki Farklı Tek Eğe Sisteminde Koronal Genişletmenin Kanal Transportasyonuna Etkisi” başlıklı ve uzmanlık öğrencisi Açelya DEMİRCİ ÖNDER tarafından hazırlanan uzmanlık tezinde;

- ☒ DİŞ KAPAK SAYFASI
- ☒ İÇ KAPAK SAYFASI
- ☒ TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI
- ☒ ÖNSÖZ SAYFASI
- ☒ TÜRKÇE ÖZET
- ☒ İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)
- ☒ İÇİNDEKİLER
- ☒ SİMGELER ve KISALTMALAR
- ☒ ŞEKİL DİZİNİ (Gerekli ise)
- ☒ TABLO DİZİNİ (Gerekli ise)
- ☒ GİRİŞ
- ☒ GENEL BİLGİLER
- ☒ GEREÇ ve YÖNTEM
- ☒ BULGULAR
- ☒ TARTIŞMA
- ☒ SONUÇLAR
- ☒ KAYNAKLAR
- ☒ EKLER (Etik kurul onayı vb.)
- ☒ ÖZGEÇMİŞ
- ☒ İNTİHAL RAPORU
- ☒ FORMATLA İLGİLİ DİĞER HUSUSLAR (Alt bölümler, Latince isimler, Ondalık ayraçlar, Metin içerisindeki göndermeler ve kaynak göstermeler, Alıntılar, Dipnotlar, Simgeler ve kısaltmalar vb.)

Tez yazım kılavuzunda belirtildiği gibi hazırlanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususlar tarafımdan kontrol edilmiştir.

Danışmanın Adı-Soyadı: Prof. Dr. Baran Can SAĞLAM

Tarih: 26/02/25

İmza:

Kontrol Eden

Adı-Soyadı: Doç. Dr. Gediz GEDUK

Tarih: 26/02/25

İmza:

9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Açelya Demirci Önder

Yabancı Dil:

Doğum Yeri/ Tarihi:

E-posta:

Eğitim Bilgileri:

Çalıştığı Kurum:

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Endodonti Anabilim Dalı, 2022