



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİNDE
KULLANILAN FARKLI NİKEL TİTANYUM DÖNER
ALETLERİN YÜZEY DEFORMASYONLARININ
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Taha ÖZYÜREK

**Samsun
Temmuz 2015**



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİNDE
KULLANILAN FARKLI NİKEL TİTANYUM DÖNER
ALETLERİN YÜZEY DEFORMASYONLARININ
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Taha ÖZYÜREK

**Danışman
Doç. Dr. Ebru ÖZSEZER
DEMİRYÜREK**

**Samsun
Temmuz 2015**

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, zor günlerimde bana sahip çıkıp, yol gösteren, tezimin planlanmasından başlayarak her aşamasında büyük özveri ile emeğini ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK'e,

Tezimin istatistiksel kısmının yapım aşamasında büyük katkısı bulunan Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi araştırma görevlisi Sayın Samet Hasan ABACI'ya ve tezimin SEM görüntülerinin elde edilmesinde sabrı ve becerisiyle büyük katkı sağlayan KİTAM uzmanlarından Sayın Yunus GEDİK'e,

Tez çalışmam süresince değerli bilgi ve katkılarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ömer ANDAÇ ve Sayın Doç. Dr. Uğur İNAN'a

Doktora eğitimim süresince her konuda yardımını ve desteğini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Elif KALYONCUOĞLU'na

Doktora eğitimim süresince, bana destek olan ve emeği geçen Endodonti Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Hikmet AYDEMİR ve Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine ayrıca, desteklerini ve dostluklarını tanıştığımız andan itibaren esirgemeyen Endodonti Anabilim Dalında çalışan asistan arkadaşlarıma,

Bütün öğretim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini arkamda hissettiğim, karşılıksız sevgi ve fedakârlıklar ile beni bugünlere getiren, dualarını hiçbir zaman eksik etmeyen annem Sebahat ÖZYÜREK, babam Ferhan ÖZYÜREK ve kardeşim Safa ÖZYÜREK'e,

Her zaman desteğiyle yanımda olan, bana sonsuz sabır ve anlayış gösteren, sevgili eşim Hande ÖZYÜREK'e

EN İÇTEN TEŞEKKÜRLERİMLE...

* Bu tez çalışması Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) tarafından desteklenmiştir.

ÖZET

KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİNDE KULLANILAN FARKLI NİKEL TİTANYUM DÖNER ALETLERİN YÜZEY DEFORMASYONLARININ İNCELENMESİ

Amaç: Kök kanal tedavisi yenilenmesinde kullanılan farklı nikel titanyum döner aletlerin kullanım sonrasında yüzeylerinde meydana gelen deformasyonların SEM ile incelenerek karşılaştırılması amaçlandı.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada çekilmiş toplam 240 adet üst orta keser diş, vertikal kompaksiyon yöntemine göre dolduruldu. Dişler 40 dişten oluşan 6 gruba ayrıldı. Örneklerin kök kanalları PTN, TFA, Reciproc, PTR, R-Endo ve Mtwo-R NiTi döner alet sistemleri ile boşaltıldı. Gruplar içerisinde aynı apikal çapa sahip eğelerin yüzeyleri SEM ile farklı büyütme oranlarında fotomikrograflar alındı. Bu fotomikrograflar üzerinden sınıflama ve skora yapıldı. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Düşük büyütme altında elde edilen fotomikrograflar incelendiğinde; PTR ve Reciproc gruplarındaki eğelerin yüzeylerinde herhangi bir deformasyon gözlenmezken, PTN ve TFA grubuna ait eğelerin %50'sinde kırılma tespit edildi. Yüksek büyütme altında elde edilen fotomikrograflar incelendiğinde; eğelerin koronal bölümlerinde deformasyon açısından istatistiksel fark bulunmazken ($P > 0,05$), orta bölümde PTN ve TFA grubunun diğer gruplardan istatistiksel olarak daha fazla deforme olduğu bulundu ($P < 0,05$). Apikal bölümde Reciproc grubunun diğer gruplardan istatistiksel olarak daha az deforme olduğu bulundu ($P < 0,05$).

Sonuç: Çalışmamızda retreatment sonrası SEM ile değişik büyütme oranlarında incelenen NiTi eğelerin tümünde yüzeysel deformasyonlar meydana geldiği tespit edilmiştir. PTR ve Reciproc eğelerinin yüzeylerinde diğer gruplara göre daha az deformasyon olduğu tespit edilmiştir. Retreatment sırasında kullanılan NiTi eğelerin yüzeyleri sıklıkla kontrol edilmeli ve gözle görülür bir deformasyon olması halinde değiştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Endodonti; NiTi eğeler; Retreatment; SEM; Yüzeysel deformasyonları

Taha ÖZYÜREK, Doktora Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Temmuz - 2015

ABSTRACT

EVALUATION OF SURFACE DEFORMATIONS OF DIFFERENT NICKEL TITANIUM ROTARY INSTRUMENTS AFTER ROOT CANAL RETREATMENT

Aim: The aim of this study was to investigate and compare the surface deformation of different NiTi rotary files after retreatment via SEM.

Material and Method: In this study, a total of 240 maxillary central incisor teeth were obturated with vertical compaction technique and divided into 6 groups of 40 teeth. Then root canals were retreated by PTN, TFA, Reciproc, PTR, R-Endo and Mtwo-R NiTi rotary systems. The NiTi files that were selected from inside of different NiTi file systems with same apical diameter were investigated via SEM at different magnifications and fotomicrographs were captured. The fotomicrographs were classified and scored. The data were evaluated statistically.

Results: According to the microphotographs that were captured at low magnification; PTR and Reciproc groups were free of defects like file separation, curving and unwinding but PTN and TFA groups showed 50% file separation. According to the microphotographs that were captured at high magnification; there were no statistically difference between groups at the coronal thirds of the files ($P > 0.05$), at the middle third PTN and TFA groups showed statistically more deformation than the other groups ($P < 0.05$). At the apical third Reciproc was statistically showed less deformation than the other all groups ($P < 0.05$).

Conclusion: In the present study, all NiTi files showed surface deformation in SEM observation after retreatment procedures. There was less deformation in PTR and Reciproc groups according to other. These files could be safety used up to 4 canals in retreatment. During retreatment NiTi files should be checked frequently by magnification and the files that showing surface deformation should be discard.

Keywords: Endodontics; NiTi files; Retreatment; SEM; Surface deformation

Taha ÖZYÜREK, Ph. D. Thesis
Ondokuz Mayıs University - Samsun, July – 2015

SİMGELER VE KISALTMALAR

‰: Yüzde

BP: Bucco-palatinal

Ca(OH)₂: Kalsiyum hidroksit

CHX: Klorheksidin

CM: Controlled Memory

cm: Santimetre

EDTA: Etilen diamin tetraasetik asit

ESE: European Society of Endodontology

g: Gram

H-tipi: Hedström

KİTAM: Karadeniz İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi

kV: Kilovolt

kVp: Kilovolt peak

MD: Mesio-distal

mm: Milimetre

NaOCl: Sodyum hipoklorit

NiTi: Nikel titanyum

°: Derece

ÖYP: Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı

PTN: ProTaper NEXT

PTR: ProTaper Universal Retreatment

rpm: Revolutions per minute

SAF: Self-adjusting File

SEM: Taramalı elektron mikroskobu

sn: Saniye

SY: Saat yönü

SYT: Saat yönünün tersine

TF: Twisted File

TFA: Twisted File Adaptive

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	2
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Endodontik Tedavinin Başarısının Değerlendirilmesi	4
2.1.1. Klinik Değerlendirme	4
2.1.2. Radyolojik Değerlendirme	5
2.1.3. Histolojik Değerlendirme	5
2.2. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi (Retreatment)	6
2.3. Retreatment İşleminde Başarıyı Etkileyen Faktörler	6
2.3.1. Tedavi Öncesi Faktörler	6
2.3.2. Tedavi Sırasındaki Faktörler	10
2.3.3. Tedavi Sonrasındaki Faktörler	16
2.4. Retreatment İşleminin Aşamaları	17
2.4.1. Koronal Girişin Sağlanması	17
2.4.2. Guta-perkanın Kök Kanallarından Uzaklaştırılması	18
2.5. Endodontide Nikel Titanyum Alaşımlar	22
2.5.1. Nikel Titanyum Alaşımların Genel Özellikleri	22
2.5.2. Nikel Titanyum Döner Aletlerin Dizaynları	25
2.5.3. Nikel Titanyum Döner Aletlerin Sınıflandırılması	29
2.6. Nikel Titanyum Döner Aletlerde Kırılma	35
2.6.1. NiTi Döner Aletlerde Meydana Gelen Kırılmaların İnsidansı	36
2.6.2. NiTi Döner Aletlerde Kırılmaya Neden Olan Faktörler	36
2.7. Çalışmamızda Kullandığımız Nikel Titanyum Döner Alet Sistemleri	38
2.7.1. PTN Döner Alet Sistemi	38
2.7.2. TFA Döner Alet Sistemi	40
2.7.3. Reciproc Döner Alet Sistemi	42
2.7.4. PTR Döner Alet Sistemi	43

2.7.5. R-Endo Döner Alet Sistemi	44
2.7.6. Mtwo R Döner Alet Sistemi	46
3. MATERYAL VE METOT	48
3.1. Örneklerin Seçimi ve Hazırlanması	48
3.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	49
3.3. Kök Kanallarının Doldurulması.....	50
3.4. Kök Kanallarının Boşaltılması	53
3.4.1. Grup 1: ProTaper NEXT.....	54
3.4.2. Grup 2: Twisted File Adaptive	55
3.4.3. Grup 3: Reciproc.....	56
3.4.4. Grup 4: ProTaper Universal Retreatment.....	57
3.4.5. Grup 5: R-Endo.....	58
3.4.6. Grup 6: Mtwo R.....	59
3.5. SEM İncelemesi	60
3.6. SEM Görüntülerinin Değerlendirilme Kriterleri	61
3.7. İstatistiksel Değerlendirme	63
4. BULGULAR	64
4.1. NiTi Eğelerin Deformasyon Durumunun Genel Karşılaştırması	64
4.2. NiTi Eğelerin Yüzey Deformasyon Durumunun Gruplar Arası Karşılaştırılması	69
4.3. NiTi Eğelerin Yüzey Deformasyon Durumunun Grup İçi Karşılaştırılması.....	74
5. TARTIŞMA	79
5.1. NiTi Eğelerin Deformasyon Durumunun Genel Değerlendirilmesi.....	83
5.2. NiTi Eğelerin Yüzey Deformasyon Durumunun Gruplar Arası ve Grup İçi Değerlendirilmesi.....	87
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	89
KAYNAKLAR	91
ÖZGEÇMİŞ	110
EK-1	111
EK-2	112

1. GİRİŞ

Endodontik tedavinin amacı, pulpal veya periapikal patolojisi bulunan dişlerin kök kanal sistemlerinin temizlenmesi, orijinal formuna uygun olarak şekillendirilmesi ve uygun bir dolgu materyali ile hermetik olarak doldurulmasıdır (Schilder, 1974).

Endodontik tedavi sırasında ortaya çıkabilecek kanal düzensizlikleri, alet kırılması, perforasyon, kök kanallarının eksik ya da taşkın olarak doldurulması gibi komplikasyonlar, tedavinin başarısızlığına neden olabilmektedir (Lin ve ark., 1992; Gorni ve Gagliani, 2004). Tedavinin başarısız olduğu durumlarda uygulanması düşünülen ilk tedavi seçeneği kök kanal tedavisini yenileme (retreatment) işlemidir (Paik ve ark., 2004). Ancak, retreatment işleminin başarısız olduğu durumlarda, endodontik cerrahi, kasti replantasyon ve ilgili dişin çekimi düşünülebilir.

Retreatment işleminde hedef, kök kanallarında bulunan dolgu materyalinin tamamını uzaklaştırarak, kök kanal sisteminin apikal foramene kadar dezenfeksiyonunu ve böylece periapikal dokuların iyileşmesini sağlayabilmektir (Stabholz ve Friedman, 1988). Günümüzde yaygın olarak kullanılan kök kanal dolgu materyali olan guta-perkanın uzaklaştırılması retreatment işleminin en önemli basamağıdır. İyi kompakte edilmiş guta-perkanın kök kanallarından uzaklaştırılması hasta ve hekimi yoran, zor ve zaman alıcı bir işlemdir. Kök kanal dolgusunu etkili ve hızlı bir şekilde uzaklaştırmak için sürekli yeni yöntem ve materyaller geliştirilmekte ve bu konu ile ilgili çalışmalar güncelliğini korumaktadır (Yadav ve ark., 2013; Zuolo ve ark., 2013; Capar ve ark., 2014; Rios ve ark., 2014; Topçuoğlu ve ark., 2014).

Retreatment işlemi sırasında enfekte dentinin tamamen kaldırılması, alet kırıklarının önlenmesi, kanalların aşırı derecede genişletilerek kök yapısının zayıflatılmaması için uygun bir sistemin seçilmesi önemlidir. Geleneksel olarak retreatment işleminde guta-perkanın uzaklaştırılması için manuel el eğeleri kullanılmaktaydı. Günümüzde ise guta-perkanın uzaklaştırılması için NiTi döner alet sistemlerinden yararlanılmaktadır. NiTi döner alet sistemleri guta-perkayı, manuel el eğelerine göre daha hızlı, kolay ve etkin bir şekilde uzaklaştırabilmektedir (Zuolo ve ark., 2013; Capar ve ark., 2014; İriboz ve Sazak Öveçoğlu, 2014). NiTi eğelerin manuel paslanmaz çelik eğelere göre daha dayanıklı oldukları bildirilmesine rağmen, tedavi sırasında eğe üzerinde meydana gelen aşırı baskı ve gerilmelerin sonucunda ani alet

kırılmalarının ve yüzey deformasyonlarının meydana geldiği gösterilmiştir (Haikel ve ark., 1999; Thompson, 2000).

NiTi eğerlerde meydana gelen kırıklar, kırık yüzeyinin özelliklerine göre dögüsel ve torsiyonel kırık olarak 2 başlık altında sınıflandırılabilirler (Sattapan ve ark., 2000a). Torsiyonel kırıkta, kırık hattında yivlerde açılma gibi makroskobik deformasyon gözlenirken, dögüsel kırıkta, herhangi bir deformasyon gözlenmemektedir. Üreticiler torsiyonel kırıktan korunma yolu olarak eğerlerin belirli bir kullanım sonrası atılmasını önermişlerdir. Ancak, literatürde kullanım sayısı hakkında ortak bir görüş bulunmamaktadır (Yared ve ark., 2000; Gambarini, 2001b; Kuhn ve Jordan, 2002; Peters ve Barbakow, 2002; Zelada ve ark., 2002; Alapati ve ark., 2003; Arens ve ark., 2003; Martin ve ark., 2003; Peters ve ark., 2003a).

Retreatment amacıyla kullanılan farklı NiTi döner alet sistemlerinin kök kanal dolgu materyali uzaklaştırma etkinliğinin birçok çalışmada incelendiği görülmektedir. Ancak, literatürde retreatment işleminden sonra kullanılan eğerlerin (ProTaper Retreatment, R-Endo ve Mtwo R) yüzeylerinde oluşan deformasyonun incelendiği tek bir çalışma mevcuttur (Sağlam ve Görgül, 2015). Bu çalışmada sadece retreatment için özel olarak tasarlanmış NiTi eğerler karşılaştırılmıştır. Klinikte retreatment işlemleri sırasında NiTi eğerlerin güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için, NiTi eğerlerin yüzeylerinde oluşan deformasyonların türü ve oluşma nedenlerinin bilinmesi gerekmektedir (Gesi ve ark., 2003).

Bu tez çalışmasının amacı; retreatment işlemi sırasında kullanılan PTN, TFA, Reciproc, PTR, R-Endo ve Mtwo R NiTi döner alet sistemlerinin eğerleri yüzeylerinde oluşan deformasyonların SEM yardımıyla tespit edilerek karşılaştırılmasıdır.

Bu tez çalışmasının hipotezi; retreatment amacıyla kullanılan farklı NiTi döner alet sistemleri yüzeylerinde retreatment sonrası oluşan deformasyon yönünden fark olmayacağıdır.

2. GENEL BİLGİLER

Kök kanal tedavisinin amacı; kron ve kök pulpasının çıkarılmasının ardından, kök kanal sisteminin mikroorganizmalardan, organik ve inorganik doku artıklarından mekanik ve kimyasal olarak temizlenmesi ve kanal girişinden kök ucuna kadar üç boyutlu olarak sızdırmaz şekilde doldurulmasıdır (Schilder, 1974).

2.1. Endodontik Tedavinin Başarısının Değerlendirilmesi

2006 yılında ESE'nin yayınladığı kalite standartlarına göre iyileşme ve hastalığın tanımı şöyledir (Loest, 2006):

Tam iyileşme (Olumlu sonuç):

- Ağrı, şişlik, fistül ağzı ve fonksiyon kaybının olmaması
- Kökü çevreleyen periodontal aralığın normal olması

Tamamlanmayan iyileşme (Şüpheli sonuç):

- Klinik semptomların olmaması
- Radyografide lezyonun boyutunun ya değişmemiş ya da azalmış olması

Hastalık (Olumsuz sonuç):

- Dişte enfeksiyonun belirti ve semptomlarının olması
- Tedaviden sonra dişte yeni lezyon oluşması veya var olan lezyonun boyutunda artış meydana gelmesi
- 4 yıllık değerlendirme periyotları içerisinde lezyonun boyutunun aynı kalması
- Devam eden kök rezorpsiyonu bulunması

Sadece “tam iyileşme” grubundaki endodontik tedaviler başarılı olarak kabul edilir (Loest, 2006).

Endodontik tedavinin değerlendirilmesi için; klinik, radyografik ve histolojik tetkikler yapılmalıdır.

2.1.1. Klinik Değerlendirme

Yapılan endodontik tedavinin başarısını değerlendirmek için, ilgili dişte şu kriterler aranmalıdır (Alaçam, 2012):

- İnatçı semptomların olmaması
- Tekrarlayan fistül ve şişlik olmaması
- Perküsyon ve palpasyon hassasiyeti olmaması
- Tamir edilemeyen kök fraktürlerinin olmaması
- Aşırı mobilite olmaması
- İlerleyen periodontal yıkım olmaması
- Dişin fonksiyonunda yetersizlik olmaması

2.1.2. Radyolojik Değerlendirme

Endodontik tedavinin başarısına karar vermek için ilgili dişte radyolojik olarak şu kriterler aranmalıdır (Alaçam, 2012):

- Kökte internal veya eksternal rezorbsiyon olmaması
- Yeni lamina dura oluşumunda eksiklik olmaması
- Periodontal aralıkta 2 mm'den fazla genişleme olmaması
- Kök kanal dolgusunda boşlukların olmaması
- Periapikal lezyonun iyileşmemesi ve/veya tedavi öncesi var olan lezyonda genişleme olmaması
- Periapikal bölgede önceden var olmayan radyolüsent alanların gözlenmemesi

2.1.3. Histolojik Değerlendirme

Endodontik tedavinin başarısına karar vermek için ilgili dişte histolojik olarak şu kriterler aranmalıdır (Alaçam, 2012):

- Tedavi öncesi var olan iltihabın şiddetli bir şekilde devam etmemesi
- Periapikal bölgede rezorbsiyonla birlikte kemik oluşumunda eksiklik olmaması
- Sementteki rezorbsiyonun aktif olarak devam etmemesi
- Granülasyon dokusu ve epitelyal proliferasyonun görülmemesi

Endodontik tedavinin başarısının histolojik olarak değerlendirilmesi pratikte pek mümkün değildir. Ancak, tedavinin şüpheli olduğu durumlarda yapılabilecek histolojik incelemeler, tedavinin değerlendirilmesinde hekime yardımcı olmaktadır.

İnatçı veya yeni oluşmuş bir periapikal patolojiye sahip, endodontik tedavili bir dişte uygulanabilecek olan tedavi seçenekleri; klinik takip, retreatment, endodontik cerrahi ve çekimdir (Roda ve Gettleman, 2011).

2.2. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi (Retreatment)

Kanal tedavisi yapılmış dişlerin apikal veya koronal sızıntı nedeniyle tekrar enfekte olması ya da yetersiz yapılmış kanal tedavisi sonrasında dişlerin tekrar sağlıklı periapikal dokulara kavuşmalarını sağlamak için yapılan işleme retreatment adı verilir (Stabholz ve Friedman, 1988).

Retreatment işleminin amacı; kök kanallarında bulunan bütün materyalin uzaklaştırılarak, kök kanalında bulunan düzensizliklerin, iyatrojenik veya patolojik defektlerin onarılmasıdır (Roda ve Gettleman, 2011). Bütün bu işlemler, kök kanal sisteminin etkili bir şekilde dezenfekte edilmesine ve sonunda üç boyutlu olarak doldurulmasına olanak sağlar (Peters ve Peters, 2011; Johnson ve Kulid 2011). Retreatment işleminde iyi bir olgu seçimi sonrası kurallara uygun bir şekilde davranılır ve teknolojinin bizlere sağladığı materyal ve teknikler kullanılırsa başarı oranı yükselir (Ruddle, 1997; Blum ve ark., 2003; Ruddle, 2003).

2.3. Retreatment İşleminde Başarıyı Etkileyen Faktörler

Endodontik tedavi sonrasında var olan periapikal patolojinin retreatment sonrası iyileşmesini etkileyen faktörler; tedavi öncesi, tedavi sırası ve tedavi sonrası faktörler olarak 3 başlık altında incelenebilir.

2.3.1. Tedavi Öncesi Faktörler

Cinsiyet

Yapılan çalışmalar cinsiyetin retreatment işleminin başarı oranını etkilemediğini ortaya koymuştur (Sjögren ve ark., 1990; Farzaneh ve ark., 2004; Field ve ark., 2004; Spili ve ark., 2005; De Chevigny ve ark., 2008; Ng ve ark., 2011).

Yaş

Yaş ile retreatment işleminin başarısı arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışmada (Nieuwenhuysen ve ark., 1994; Hoskinson ve ark., 2002; Farzaneh ve ark., 2004; De Chevigny ve ark., 2008; Ng ve ark., 2011), fark bulunamazken Imura ve ark.

(2007) yaptıkları çalışmada yaşın retreatment işleminin başarısını önemli bir biçimde etkilediğini ve 50-59 yaş grubu arasında başarı oranının karşılaştırdıkları diğer bütün gruplara göre daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır.

Genel Sağlık Durumu

Genel sağlık durumu ile retreatment işleminin başarısı arasındaki ilişki literatürde zayıf bir şekilde incelenmiştir. Bir çalışmada, yapılan tedavinin retreatment veya ilk endodontik tedavi olup olmasına bakmaksızın, azalmış immün cevabın bulunduğu ve ilgili dişte periapikal lezyonun bulunduğu hastalarda başarı oranının düştüğünü bildirmişlerdir (Marending ve ark., 2005). Başka bir çalışma diyabet hastalığı, alerji hikayesi, steroid tedavisi gören, uzun süre antibiyotik kullanan, hormon tedavisi gören ve koroner kalp hastalığı bulunan hastaların retreatment işlemi sonrası periapikal lezyonun iyileşmesi yönünden herhangi bir fark olmadığını bildirmiştir (Ng ve ark., 2011).

Diş Tipi

Tek köklü dişlerin basit anatomileri nedeniyle endodontik tedavilerinin daha basit ve sonuçlarının daha öngörülebilir olduğu düşünölmektedir (Bjørndal ve ark., 2007). Ancak, yapılan çalışmalarda diş tipinin retreatment işleminin başarısı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı gösterilmiştir (Sjögren ve ark., 1990; Farzaneh ve ark., 2004; Spili ve ark., 2005; Imura ve ark., 2007; De Chevigny ve ark., 2008; Ng ve ark., 2011). Hatta, büyük azı dişlerin kompleks anatomisinin retreatment işlemlerinde başarıyı olumsuz etkilemediği gösterilmiştir. Bundan dolayı diş tipinden daha çok, dişin apikal anatomisi ve bu bölgenin barındırdığı mikroorganizmalar retreatment işleminin başarisında daha önemli rol oynayan faktörlerdir (Vertucci, 1984; Wada ve ark., 1998; Nair ve ark., 2005).

Dişin Periapikal Durumu

Retreatment işleminde önce periapikal lezyonu bulunan dişlerin, lezyonu bulunmayan dişlere göre anlamlı olarak daha az başarı oranına sahip olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Bergenholtz ve ark., 1979; Molven ve Halse, 1988; Sjögren ve ark., 1990; Friedman ve ark., 1995; Danin ve ark., 1996; Sundqvist ve ark., 1998; Hoskinson ve ark., 2002; Farzaneh ve ark., 2004; Gorni ve Gagliani, 2004; Çalışkan, 2005; Spili ve ark., 2005; De Chevigny ve ark., 2008; Ng ve ark., 2011). Ayrıca,

çalışmalarda periapikal lezyonun boyutunun başarıya etkisi de araştırılmış ve lezyonun boyutu ile başarı oranı arasında ters orantı olduğu bildirilmiştir (Bergenholtz ve ark., 1979; Nieuwenhuysen ve ark., 1994; Sundqvist ve ark., 1998; Ng ve ark., 2011). Ng Y-L ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada lezyonun boyutunun her 1 mm'lik artışında, başarı oranının %14 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Büyük lezyona sahip dişlerin retreatment başarısının düşük olması, bu tip dişlerdeki bakteri çeşitliliğinin daha fazla olmasına bağlanmaktadır (Sundqvist, 1976). Tedavi öncesi çok fazla sayıda bakteri olan kanallarda, bakterilerin tedavi sonrasında kalması olasıdır. Ayrıca, lezyonun büyüebilmesi için periapikal bölgede uzun süre kalması gereklidir. Bu durumda burada bulunan bakteriler dentin tübüllerine ve aksesuar kanallara daha fazla invaze olurlar. Bu anatomik yapıların kemomekanik dezenfeksiyon işlemleri ile temizlenmesi oldukça zordur (Ng ve Gulabivala, 2008). Tüm bu olumsuzluklar retreatment başarı oranını belirleyici faktörlerdendir.

Klinik Durum

Ağrı, palpasyon ve perküsyon hassasiyeti, şişlik, periodontal defekt varlığı, fistül oluşumu ve kök rezorpsiyonu gibi durumlar periapikal patolojinin sonucu olarak ortaya çıkarlar (Ng ve ark., 2011). İşlem öncesi ağrı, fistül oluşumu ve kök rezorpsiyonu bulunmasının retreatment işleminin prognozunu olumsuz yönde etkilediğı bildirilmiştir (Strindberg, 1956; Friedman ve ark., 1995; Ng ve ark., 2011).

İlk Tedavi Sonrası Geçen Süre

Endodontik tedavili bir dişte radyolojik olarak belirlenen bir periapikal lezyon, iyileşen bir lezyon olabilir. İlk yapılan tedaviden sonra geçen zaman bilinmeden bu durumu tedavi başarısızlığı olarak nitelendirmek doğru olmaz (Ng ve Gulabivala, 2008). İlk yapılan tedavi başarısız olarak kabul edildikten sonra retreatment işlemi için geçen zamanın uzamasının kemik yıkımını artıracığını ve böylece başarı oranının düşeceğini düşünmek mantıklıdır. Ancak, yapılan çalışmalarda ilk yapılan tedaviden sonra geçen zamanın retreatment işleminin başarısına bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir (Bergenholtz ve ark., 1979; Allen ve ark., 1989; Sundqvist ve ark., 1998; Farzaneh ve ark., 2004; De Chevigny ve ark., 2008). Bu olgularda apikal bölgede bulunan mikrobiyal floranın durumu, konak cevabı ve bu ikisi arasındaki ilişki önem taşımaktadır (Ng ve Gulabivala, 2008).

Kök Kanallarının Durumu

Yapılan bir çalışmada (Allen ve ark., 1989), önceki kök kanal tedavisinde kanallarda siman bulunmasının, guta-perka veya gümüş kon bulunmasına oranla tedavi başarısını düşürdüğü gösterilmiştir. Ayrıca, başka bir çalışmada kök kanallarında kırık aletlerin bulunduğu olgularda başarı oranının düşük olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, klinik olarak retreatment işleminin prognozunda, kanal açıklığının apikale kadar sağlanmasının önemi vurgulanmıştır (Ng ve ark., 2011).

Kök Kanallarının Şekillendirilmesi Sırasında Oluşmuş Hatalar

Endodontik tedavili dişlerin kök kanallarında oluşmuş preparasyon hataları retreatment işlemlerini komplike hale getirebilir veya engelleyebilir (Ng ve Gulabivala, 2008). Bu hatalar; tıkanıklıklar, kök kanal morfolojisi değişiklikleri (transportasyon, kök kanallarının düzleştirilmesi, strip perforasyonlar), iyatrojenik kök perforasyonlarıdır. Araştırmacılar kök kanal morfolojisinde değişiklik olduğu durumlarda retreatment işleminin başarısının düştüğünü bildirmişlerdir (Gorni ve Gagliani, 2004). Ayrıca, kök perforasyonlarının başarı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, kök perforasyonlarının retreatment işleminin başarısını azalttığı rapor edilmiştir (Farzaneh ve ark., 2004; Gorni ve Gagliani, 2004; De Chevigny ve ark., 2008; Ng ve ark., 2011).

Kök Kanal Dolgu Kalitesi

Radyolojik olarak yeterli kök kanal dolgusuna sahip dişlerde inatçı enfeksiyon; intraradiküler enfeksiyon, ekstraradiküler enfeksiyon, gerçek kist veya yabancı vücut reaksiyonu sonucunda oluşabilir. Bunlardan sadece intraradiküler enfeksiyon retreatment işlemine cevap verebilir (Nair, 2006). Çok sayıda araştırma (Danin ve ark., 1996; Farzaneh ve ark., 2004; De Chevigny ve ark., 2008; Ng ve ark., 2011) retreatment öncesi kök kanal dolgu kalitesi ile başarı oranı arasındaki ilişkiyi incelemiş ancak çok değişik sonuçlar ortaya koymuştur.

Danin ve ark. (1996) önceden var olan kök kanal dolgusunun apikale kadar uzanıp uzanmamasının başarı açısından bir önemi olmadığını bildirmesine rağmen, Ng ve ark. (2011) apikale kadar uzanan ve radyolojik olarak yeterli görünen kök kanal dolgusu varlığında başarı oranının, yetersiz ve eksik kök kanal dolgusuna sahip dişlere göre %6 oranında daha fazla olduğunu ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.

2.3.2. Tedavi Sırasındaki Faktörler

Hekimin Becerisi

Retreatment işleminin başarısı hekimin bilgi ve tecrübe seviyesinden etkilenebilir. Ng ve ark. (2011) retreatment işleminin sonuçları ile hekimlerin tecrübeleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, başarı oranlarını yüksekten düşüğe göre sırasıyla; öğretim üyeleri, iki yıllık uzmanlık öğrencileri ve son olarak da bir yıllık uzmanlık öğrencileri olarak bulmuşlar ancak başarı oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Retreatment işleminin başarısında hekimin rolü; patolojiye neden olan biyolojik problemi tam olarak ortaya koyabilmesi ve daha da önemlisi hangi tedavi prosedürü uygulanacaksa bu teknik hakkında hekimin bilgili olması olarak değerlendirilebilir (Ng ve Gulabivala, 2008).

İzolasyon Durumu

Modern endodontik tedavi uygulamalarında lastik örtü kullanılması dünyaca kabul görmüştür. Ancak, lastik örtü kullanılmasının endodontik tedavinin başarısına etkisini inceleyen sistematik veriler oldukça şaşırtıcıdır. Lastik örtü izolasyonu ile pamuk tampon izolasyonun endodontik tedavinin başarısına etkisini inceleyen bir çalışmada, pamuk tamponların kullanılmasının istatistiksel olarak daha başarılı sonuçlar verdiği bulunmuştur (Nieuwenhuysen ve ark., 1994).

Büyütme ve Aydınlatmanın Kullanılması

Endodontik tedavi uygulamaları sırasında kullanılan büyütme ve aydınlatmanın önemi endodontistler tarafından bildirilmektedir (Patel ve Rhodes, 2007). Ancak, yapılan çalışmalar büyütme ve aydınlatma kullanılmasının endodontik tedavinin başarısına etkisini belirlemede yetersiz kalmıştır (Del Fabbro ve ark., 2009). Yapılan prospektif bir çalışmada, dental operasyon mikroskobu kullanımının üst büyük azı dişlerde ikinci meziyobukkal kanalın bulunma oranını artırdığı tespit edilmiş. Ancak, bu bulgunun retreatment işleminin başarısını sadece ikinci meziyobukkal kanaldan kaynaklı bir enfeksiyon bulunduğunda etkileyeceği bildirilmiştir (Ng ve ark., 2011).

Kök Kanallarının Şekillendirilmesinde Kullanılan Enstrümanın Tipi

Kök kanalları uygun çap ve koniklik açısına (taper), birçok değişik kesme dizaynına, farklı uç ve materyal yapısına sahip enstrümanlarla mekanik olarak şekillendirilebilir (Schilder, 1974). Bu enstrümanların özellikleri birçok laboratuvar çalışmasında test edilmiştir. Ancak, enstrüman seçiminin retreatment işleminin başarısına etkisi incelenmemiştir (Ng ve Gulabivala, 2008).

Çalışma Boyunun Doğru Tespiti

Kök kanallarının şekillendirilmesi ve dezenfeksiyonunun, apikal daralım, semento-dentinal bağlantı veya radyolojik apeksin 0,5 - 2 mm koroneline kadar yapılması ESE tarafından önerilmiştir (Loest, 2006). Bu öneri geniş bir şekilde destek bulmuştur. Çünkü, retreatment işlemindeki başarının, kanal tıkanıklığı bulunan veya apikale kadar ulaşamayan olgularda düştüğü bildirilmiştir (Ng ve ark., 2011). Ng ve ark. (2011) periapikal durumun ve diğer belirleyici faktörlerin sabit tutulması koşuluyla, retreatment işleminde apikale kadar ulaşılmaması sonucunda başarının iki kat düştüğünü bildirmişlerdir.

Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında, şekillendirmenin apeks ötesine taşıdığı durumlar “apikal bozulma” olarak adlandırılır. Bergenholtz ve ark. (1979) retreatment işlemi sırasında, apikal bozulmaya uğramış kanallarda genellikle kök kanal doldurma işlemlerinin taşkın olarak sonuçlandığını, bununda başarıyı engelleyen faktörlerden biri olduğunu bildirmişlerdir.

Apikal Genişliğin Belirlenmesi

İdeal apikal şekillendirme genişliğinin ne kadar olması gerektiği konusu yeterli ve tatmin edici kanıtlar olmadığı için hala soru işareti olarak kalmaya devam etmektedir (Baugh ve Wallace, 2005). Bu konu hakkında birçok çalışma yapılmış ancak tatmin edici bir sonuca varılamamıştır (Kerekes ve Tronstad, 1979; Hoskinson ve ark., 2002; Ng ve ark., 2011). Yapılan çalışmaların sonuçlarından çıkarılabilecek olan, apikal genişletme arttıkça bakteriyel eliminasyonun artmadığıdır (Parris ve ark., 1994; Card ve ark., 2002; Rollison ve ark., 2002).

Şekillendirmenin Koniklik Miktarı

İdeal apikal genişlik konusu mutlaka koniklik ile birlikte ele alınmalıdır. Çünkü, koniklik, apikalden koronale doğru kanalın genişliğini belirler (Ng ve Gulabivala, 2008). Yapılan çalışmaların sonuçlarından retreatment işleminde başarıyı arttırmak için kök kanallarının çok fazla genişletilmesine gerek olmadığı çıkarılabilir (Smith ve ark., 1993; Hoskinson ve ark., 2002; Ng ve ark., 2011). Normal koşullar altında genişletmenin manuel el eğeleriyle 30.05 genişlikte yapılması veya NiTi döner aletlerle 30.06 genişlikte yapılması yeterlidir (Ng ve Gulabivala, 2008).

Şekillendirme Sırasında Oluşan Teknik Hatalar

Endodontik tedavi sırasında karşılaşılan teknik hatalar arasında; kanalların tıkanması, basamak oluşumu, apikal zip ve transportasyon oluşumu, kanal kurvatürünün düzleştirilmesi, kökün koronal veya apikal kısımdan perforasyonu ve alet kırılması sayılabilir (Ng ve Gulabivala, 2008). Retreatment işleminde iyatrojenik olarak perforasyon oluşmasının başarıyı olumsuz yönde etkilediği gösterilmiştir (Imura ve ark., 2007; Ng ve ark., 2011). Ayrıca, kök kanallarında alet kırılmasının da retreatment işleminin başarısında olumsuz rol oynadığı bildirilmiştir (Strindberg, 1956; Imura ve ark., 2007; Ng ve ark., 2011). Ancak, kırık alet olgularının takip edildiği bir çalışmada, kırık aletin kökün hangi bölgesinde bulunduğu bakılmaksızın yanından geçilebilmesi (bypass) durumunda, retreatment işleminin başarısına olumsuz bir etkisinin olmayacağı gösterilmiştir (Spili ve ark., 2005).

İrrigasyon Solüsyonlarının Çeşidi

Çok değişik kimyasal ajanlar tek başlarına veya kombinasyon olarak endodontik tedavide kullanılmaktadır (Ng ve Gulabivala, 2008). Çoğu çalışma, yapılan tedavinin retreatment olup olmasına bakılmaksızın NaOCl solüsyonunu, irrigasyon solüsyonu olarak kullanmıştır (Gulabivala ve ark., 2005; Ng ve ark., 2008). Bu durum ESE'nin önerisine uymaktadır. Çünkü, birlik güçlü dezenfeksiyon ve doku çözücü özellikleri nedeniyle NaOCl solüsyonunu endodontik tedavide irrigasyon solüsyonu olarak önermiştir (Loest, 2006). Yapılan prospektif bir çalışmada NaOCl solüsyonunun yüksek konsantrasyonlarda kullanılmasının retreatment işleminin başarısını arttırmadığı, NaOCl ile başka spesifik solüsyonların kombine kullanımının başarıyı olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir (Ng ve ark., 2011).

EDTA solüsyonunun dar ve sklerotik kanallarda kök kanal dentinini demineralize ederek, kök kanallarında daha rahat ilerlemeye yardımcı olduğu ve ayrıca şekillendirme işlemleri sırasında kök kanal sisteminin şekillendirilmemiş kısımlarına itilen debrisin çözünmesini sağladığı bilinmektedir. Ayrıca, EDTA'nın şekillendirme sırasında kök kanal duvarlarında oluşan smear tabasını kaldırması sonucunda, açığa çıkan dentin tübüllerine NaOCl'nin daha iyi penetre olabileceği ve NaOCl'nin bu sayede smear tabakasının altında kalan biofilm tabakasına da daha rahat etki edebileceği düşünülmektedir (Gulabivala ve ark., 2005). Retreatment işleminde, daha önceden şekillendirilmiş kanallar; kontamine olmuş debris, smear tabakası, kalsifikasyonlar ve kontamine olmuş kök kanal dolgu materyali içerebilir. Kök kanallarının dezenfeksiyonu için NaOCl'e ek olarak EDTA'in kullanımı, kök kanallarından kontamine olmuş materyallerin uzaklaştırılması ve kanal tıkanıklıklarının açılmasında etkilidir (Ng ve Gulabivala, 2008).

Kanal İçi İlaç Kullanımı

Retreatment işlemi sırasında seanslar arasında kullanılan kanal içi ilaçların retreatment başarısı üzerindeki rolü hakkında ortak görüş bulunmamaktadır. Ca(OH)₂ ile CHX kombine kullanımının, ayrı ayrı kullanımlarına göre *E. faecalis* üzerinde daha fazla etkili olup olmadıkları yapılan çalışmalarca araştırılmıştır (Basrani ve ark., 2003; Gomes ve ark., 2003; Schäfer ve Bössmann, 2005; Ercan ve ark., 2007). Bu kombinasyonun uygulandığı retreatment işlemlerinde başarı oranı %64 olarak bulunmuştur (Ercan ve ark., 2007). Bu oran daha önceden endodontik tedavilerin tümü için yayınlanan %77 oranından daha düşüktür (Ng ve ark., 2008).

Kök Kanalından Negatif Kültür Elde Edilmesi

Geçmişte birçok endodonti kliniğinde kök kanallarının doldurulmasından önce, kanallarda bakteri olmadığını tespit etmek için negatif kültür elde edilmesine ihtiyaç duyuluyordu. Bu uygulama günümüzde, mikrobiyolojik örnekleme olmadan yapılan endodontik tedavilerin de uzun dönem başarısının gösterilmesinin ardından terk edilmiştir (Ng ve Gulabivala, 2008). Ayrıca mikrobiyal örnekleme; uzun, zaman alıcı, laboratuvar desteğine ihtiyaç duyulması ve yarar-maliyet oranının düşük olması gibi dezavantajlara sahiptir (Molander ve ark., 1996b; a). Kök kanallarından negatif kültür elde edilmesinin tedavi başarısına olan etkisi iki çalışma tarafından değerlendirilmiştir

(Sundqvist ve ark., 1998). Bu çalışmaların incelenmesi sonucunda kök kanallarından negatif kültür elde edilen örneklerde, pozitif kültür elde edilen örneklere göre %57 oranında daha fazla başarı sağlandığı görülmektedir (Ng ve Gulabivala, 2008).

Kök Kanal Dolgu Maddesi ve Tekniği

Kök kanallarının hangi madde, kanal patı ve teknikle doldurulduğunun endodontik tedavinin başarısına etkisinin incelenmesi oldukça karışık ve zor bir işlemdir (Ng ve Gulabivala, 2008). Soğuk lateral kompaksiyon tekniği kök kanallarının doldurulması için genel olarak kabul gören ve çalışmalarda kontrol grubu olarak kullanılan bir yöntemdir (Keçeci ve ark., 2006; Ng ve Gulabivala, 2008). Nieuwenhuysen ve ark. (1994) yaptıkları çalışmada tek kon ile doldurulmuş endodontik tedavili dişlerin başarı oranlarının ve ayrıca sıcak vertikal kompaksiyon yöntemiyle doldurulan endodontik tedavili dişlerde başarı oranının diğer çalışmalara (Farzaneh ve ark., 2004; De Chevigny ve ark., 2008; Ng ve ark., 2011; Demiryürek ve Bodrumlu, 2014) benzer olduğunu ortaya koymuşlardır. Retreatment işleminde kullanılan dolgu tekniklerinin başarıya etkisini gösterecek güçlü kanıtlar bulunmamaktadır. Ancak sıcak teknikler ile kök kanallarında bulunan düzensizliklerin daha iyi doldurulabileceği ve bu sayede endodontik tedavinin başarının artacağı düşünülmektedir (Ng ve Gulabivala, 2008).

Kök Kanal Dolgusu Boyutu

Tedavi sırasındaki faktörlerden olan kök kanal dolgusu boyutu, kolay ölçülebilir olduğundan en fazla incelenen ve veri elde edilen faktördür (Ng ve Gulabivala, 2008). Yapılan sistematik bir çalışma, periapikal lezyon olup olmadığına bakılmaksızın, kök kanal dolgusunun boyutunun endodontik tedavinin başarısını istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediğini göstermiştir (Ng ve ark., 2008). Bu sonuçlar yapılan bir prospektif çalışmada da desteklenmiştir (Ng ve ark., 2011).

Kök kanal dolgu materyallerinin, irrigasyon solüsyonlarının veya kanal içi ilaçların apikalden dışarı taşırılması iyileşmeyi geciktirebileceği gibi, yabancı cisim reaksiyonuna da neden olarak başarısızlığa sebebiyet verebilir (Yusuf, 1982; Nair ve ark., 1990; Koppang ve ark., 1992; Sjögren ve ark., 1995). Ayrıca, kontamine olmuş guta-perkanın apikalden dışarı taşması sonucunda yabancı cisim reaksiyonuna neden olduğu gösterilmiştir (Nair ve ark., 1990).

Bazı endodontistler tarafından kanal patlarının radyolojik foramenden ve lateral veya aksesuar kanallardan taşarak radyolojik olarak bulgu vermesi başarılı bir endodontik tedavinin belirtisi olarak değerlendirilir. Çünkü, kanalların ve aksesuar yapıların çok iyi bir şekilde temizlendiği ve bu nedenden dolayı kanal patlarının bu bölgelere penetre olup taşıdığı düşünülmektedir (Nguyen, 1994). Friedman ve ark. (1995) yapılan tedavinin ilk tedavi veya retreatment olmasına bakılmaksızın, cam iyonomer içerikli kök kanal patlarının periapikal dokulara taşıdığı durumlarda, tedavi başarı oranının düştüğünü göstermişlerdir. Bunun yanında Ng ve ark. (2011) çinko oksit öjenol içeren kök kanal patlarının periapikal bölgeye taşmasının, endodontik tedavinin başarısını olumsuz yönde etkilemediğini bildirmişlerdir.

Kök Kanal Dolgu Kalitesi

Kök kanal dolgu kalitesi, retrospektif olarak en fazla incelenen parametrelerden bir tanesidir. Yapılan çalışmalarda, retreatment sonrası iyi yapılmış kök kanal dolgularının, iyi yapılmayan dolgulara göre başarı oranının önemli ölçüde yüksek olduğu bildirilmiştir (Sjögren ve ark., 1990; Nieuwenhuysen ve ark., 1994; Farzaneh ve ark., 2004).

Tedavi Sırasında Oluşan Akut Alevlenmeler

Yapılan çalışmalarda (Kerekes ve Tronstad, 1979; Sjögren ve ark., 1990) ilk kez yapılan endodontik tedavi veya retreatment işleminde, tedavi sırasında akut alevlenme (flare-up) oluşmasının periapikal iyileşme üzerine olumsuz bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir.

Tedavi Seans Sayısı

Endodontik tedavi sırasında uygulanan seans sayısının periapikal iyileşmeye etkisi halen tartışılan bir konudur. Bazı serbest çalışan diş hekimleri tek seansta yapılan endodontik tedavinin yarar-maliyet oranının yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, bazı endodontisler ve akademisyenler tek seansta yapılan endodontik tedavilerin biyolojik temellerinin tartışmalı olduğunu belirtmektedirler (Spångberg, 2001).

Van Nieuwenhuysen ve ark. (1994) tek seansta yapılan retreatment olgularıyla çok seansta yapılanların başarı oranlarını incelemişler ve kanal şekillendirilmesi ve irrigasyonun ilk seansta eksiksiz bir biçimde yapılması durumunda, çok seansta yapılan

endodontik tedavilerin başarı oranının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Ancak, başka bir çalışmada tek seans ile çok seans arasında bir fark bulunamazken (Farzaneh ve ark., 2004), diğer bir çalışmada tek seansta yapılan tedavilerde daha yüksek başarı oranı bulunmuştur (De Cheigny ve ark., 2008).

2.3.3. Tedavi Sonrasındaki Faktörler

Koronal Restorasyon Kalitesi ve Tipi

Koronal restorasyonun yapılması retreatment işleminin son aşamasıdır. İyi bir koronal restorasyona sahip endodontik tedavili dişlerde, iyi yapılmamış koronal restorasyona sahip dişlere göre daha başarılı periapikal iyileşme bildirilmiştir (Ng ve ark., 2008).

ESE 2006 yılında yayınladığı bildiride endodontik tedavi sonrası bakteriyel kontaminasyonun önlenmesi için iyi bir koronal restorasyonun yapılması gerekliliğini vurgulamıştır (Loest, 2006). Bundan dolayı endodontik tedavide kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra, restorasyon için kullanılacak materyale bakılmaksızın, sızdırmaz ve kaliteli bir koronal restorasyon yapılmalıdır (Ng ve Gulabivala, 2008).

Endodontik Tedavili Dişin Protetik Amaçla Kullanılması ve Oklüzal Kontak

Özellikle dental arkta son diş olarak bulunan ve köprü ayağı olarak kullanılan dişlerin beklenmedik oklüzal yüklere maruz kalması olası bir durumdur (Matsumoto ve Goto, 1970). Bu tip dişlerin, oluşan kırık ve çatlaklar nedeniyle başarısızlığa uğraması olasıdır. Yapılan bir çalışmada, endodontik tedavili dişlerin tek başına veya köprü ayağı olarak restore edilmesinin endodontik tedavinin başarısına olumsuz bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir (Sjögren ve ark., 1990). Ayrıca böyle bir ilişkiyi retreatment olgularında inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır (Ng ve Gulabivala, 2008).

2.4. Retreatment İşleminin Aşamaları

2.4.1. Koronal Girişin Sağlanması

Endodontik tedavi sonrası aşırı madde kaybı nedeniyle genellikle dişlerin kronlanması gerekmektedir ve bu işlem sırasında dişler post ve korlar ile desteklenir. Bu durumda retreatment işlemi daha zor bir hal alır. Retreatment işleminde kök kanallarına tekrar ulaşmayı sağlamak için, dişin üzerinde bulunan dolgu, kron, post ve kor gibi materyallerin uzaklaştırılması gereklidir (Roda ve Gettleman, 2011).

Dişte bulunan restorasyonlar uzaklaştırıldıktan sonra giriş kavitesi ideal bir şekilde hazırlanmalıdır. Oluşabilecek teknik ve iyatrojenik hatalardan korunmak ve kaliteli bir retreatment işlemi yapabilmek için giriş kavitesinin iyi bir şekilde hazırlanması zorunludur. Giriş kavitesinin hazırlanması sırasında, pulpa tabanına zarar vermemek için ucu keskin olmayan frezler veya ultrasonik uçların kullanımı yararlıdır (Rhodes, 2008).

Pulpa tabanının incelenmesinde büyütme ve aydınlatma kullanılması kanal ağzlarının belirlenmesini daha kolay hale getirecektir (Yoshioka ve ark., 2002). Yine pulpa tabanının dikkatli incelenmesi sonucunda, dentinde meydana gelen ufak renk değişiklikleri, ekstra kanal girişlerini bulmak için ip ucu olacaktır (Rhodes, 2008). Ekstra kanalların lokalize edilmesi için birçok yöntem bulunmaktadır. Ancak, bunların arasında en önemlisi her dişe özgü kök kanal varyasyonlarının bilinmesidir. Ayrıca çok fazla kalsifiye olmuş kanal ağzlarının belirlenmesinde boyalardan ve transilimünasyondan yararlanılabilir (Rhodes, 2008).

Retreatment işlemi sırasında giriş kavitesi hazırlanırken sıklıkla karşımıza çeşitli dizaynlarda ve malzemelerden yapılmış postlar çıkabilir. Post etrafındaki bütün restoratif materyal uzaklaştırıldıktan ve post ultrasonik uçlar yardımı ile gevşetilmelidir. Seçilen orta kalınlıktaki ultrasonik bir uç ile postun etrafında dolaşılır ve post ile kanal duvarı arasındaki siman kırılarak post gevşetilmeye çalışılır. Daha sonra uygun bir alet veya postun kendi anahtarı ile post kök kanalından uzaklaştırılır (Roda ve Gettleman, 2011). Yapılan çalışmalarda seramik, zirkonyum ve çeşitli fiber ile güçlendirilmiş kompozit postların uzaklaştırılmasında firmaların kendi postlarını uzaklaştırmak için ürettiği frezler, elmas kaplı frezlerden ve ultrasoniklerden daha etkili bulunmuştur (Lindemann ve ark., 2005).

Retreatment işleminde koronal giriş sağlandıktan sonra daha önceden yapılmış kök kanal dolgu materyallerinin uzaklaştırılma ve kökün apikal bölgesine ulaşma işlemine geçilir.

2.4.2. Guta-perkanın Kök Kanallarından Uzaklaştırılması

Guta-perka kök kanal dolgusunda en çok kullanılan ve en çok kabul gören materyaldir. Guta-perka kök kanallarının doldurulması amacıyla siman veya kanal patı ile birlikte kullanılır. Bundan dolayı retreatment olgularında sökülmesi için en fazla çaba harcanan kök kanal dolgu materyalidir (Duncan ve Chong, 2008).

Guta-perka kök kanallarından mekanik veya kimyasal olarak ısı, çözücüler, ultrasonikler yardımıyla veya manuel el eğeleri ve NiTi döner aletler yoluyla uzaklaştırılabilir (Tamse ve ark., 1986; Stabholz ve Friedman, 1988; Friedman ve ark., 1990; Wilcox, 1993). Bu tekniklerin tek başına veya kombine olarak kullanılması, hekimin kendi seçimi olabileceği gibi vakaya bağlı da belirlenebilir. Ayrıca, kullanılacak olan tekniğin belirlenmesinde yapılmış olan kök kanal dolgusunun kalitesi rol oynar (Duncan ve Chong, 2008).

Standart konlar (0.2 koniklik açısı) ile tek kon olarak doldurulmuş veya zayıf kompakte edilmiş guta-perkalar ile kanal duvarları arasında boşluklar bulunur. Bundan dolayı zayıf kompakte edilmiş guta-perkanın kök kanalından uzaklaştırılması kolaydır (Duncan ve Chong, 2008). Kök kanallarında iyi kompakte edilmiş guta-perka ise, ilk önce ısı veya çözücüler yardımıyla yumuşatılmalıdır. Bu yumuşatma işlemi guta-perkayı tümüyle kök kanalından uzaklaştırılmaz sadece guta-perkayı uzaklaştıracak aletler için yer hazırlar. Guta-perkanın yoğunluğu üretici firmalara göre değişkenlik gösterebilir. Ayrıca guta-perkanın yaşı da önemlidir. Guta-perkalar zamanla daha kırılgan bir hale gelir.

Manuel El Eğeleri

Manuel el eğeleri geçmişten günümüze kadar kök kanallarından guta-perka uzaklaştırmak amacıyla başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu amaçla H-tipi ve K-tipi manuel el eğeleri kullanılabilir. H-tipi el eğeleri zayıf kompakte edilmiş guta-perkanın içerisine çeyrek tur yapacak şekilde döndürülerek sokulur, eğe burada sıkıştıktan sonra guta-perkanın uzaklaştırılması için eğe dışarı doğru çekilir. Bu hareket eğenin boyutu büyütülerek, kök kanalında guta-perka kalmayana kadar tekrarlanır. Aynı zamanda

Hedström eğeler apikalden dışarı taşmış guta-perkanın çıkartılması içinde kullanılabilir. Bu durumda yeni bir H-tipi eğe apikalden 0,5-1 mm dışarı çıkacak şekilde SY rotasyon yaptırılarak yavaşça apikalden dışarı çıkmış guta-perkanın koronal kısmına yerleştirilir. Daha sonra H-tipi eğe hızlı bir şekilde döndürülmeden dışarı doğru çekilir (Metzger ve Ben-Amar, 1995). Bu işlem genellikle işe yarar ancak eğenin yerleştirilmesi sırasında guta-perkanın daha ileri itilmesini ve eğe kırılmasını önlemek için eğeye fazla kuvvet uygulamaktan kaçınılmalıdır (Roda ve Gettleman, 2011).

Manuel eğelerden K-tipi eğeler ve tirnefler de bu amaç için kullanılabilir. Ancak, tirnefler girintili çukurlu yapılarından ve yumuşak metalden yapılmaları nedeniyle kırılmaya meyillidir (Duncan ve Chong, 2008).

Ayrıca, bu işlem için C+ File (Dentsply Maillefer, Johnson City, TN) gibi önceden eğim verilmiş rijit eğeler kullanılabilir. Bu tip rijit eğeler guta-perka kütlesine, kendisine göre daha esnek olan K-tipi eğelerden daha rahat penetre olabilirler. C+ File kare yapıdaki paslanmaz çelik telin kendi etrafında döndürülmesiyle elde edilir. Uç kısmının keskin olması nedeniyle guta-perka içerisinde daha rahat ilerleyebilir (Roda ve Gettleman, 2011).

Ultrasonikler

Tek kon olarak veya zayıf kompakte olarak doldurulmuş kanallardan guta-perkalar ultrasonikler yardımıyla uzaklaştırılabilir. Küçük boyuttaki (#15 numara) el eğesi bu işlem için yeterli olacaktır. Bu teknik irrigasyon ve ultrasonik vibrasyonun guta-perkayı zayıflatarak, yüzer bir biçimde kanal dışına çıkartmasına dayanır. Bundan dolayı ultrasonik teknikte eğe kırılma riski çok daha düşüktür. Ancak, bu teknikte eğenin kuru olarak aktive edilmemesine dikkat edilmelidir. Çünkü, bu durumda guta-perka oluşan ısının etkisiyle plastik kıvam alacak ve kök kanallarından uzaklaştırılması zorlaşacaktır (Duncan ve Chong, 2008).

Ultrasonikler genellikle retreatment olgularında, sert yapıdaki simanların (Krell ve Neo, 1985; Jeng ve Eldeeb, 1987; Friedman ve ark., 1990; Kosti ve ark., 2006), cam iyonomer içerikli kanal patlarının (Friedman ve ark., 1990; Friedman ve ark., 1993) veya son yıkama işlemlerinde debrisin etkili bir şekilde uzaklaştırılması için kullanılır (Wilcox ve ark., 1987; De Mello Junior ve ark., 2009). Ancak, ultrasonikler sadece kök kanalının düz bölümlerinde kullanılabilir (Friedman ve ark., 1993).

Isı

İyi kompakte edilmiş guta-perka üzerine temas ettirilen ısı taşıyıcı aletler veya pluggerlar vasıtasıyla uygulanabilir. Ayrıca bir ısı kaynağı ile ısıtılmış el aletleri de bu amaç için kullanılabilir. El aletleri kullanılmasının dezavantajı çok çabuk soğumaları ve bundan dolayı devamlı olarak ısıtılmaya ihtiyaç duyulmalarıdır. El aletlerine alternatif olarak, elektrikle çalışan Touch'n Heat (SybronEndo, Orange, CA, ABD) veya System B (SybronEndo) gibi spreaderlar veya pluggerlar guta-perkayı yumuşatmak için kullanılabilir (Duncan ve Chong, 2008).

Kök kanallarında herhangi bir ısıtılmış alet ile çalışırken aşırı ısı uygulamak suretiyle periodontal ligamente zarar vermekten kaçınılmalıdır (Saunders, 1990; Lee ve ark., 1998; Lipski ve Woźniak, 2003). Bundan dolayı ısıtılmış alet kısa aktivasyon süreleri ile kanalın sadece düz olan bölümlerinde kullanılmalıdır.

Gates-Glidden frezleri (Dentsply Maillefer, Johnson City, TN), uzun boyunlu frezler, guta-perka uzaklaştırmak için özel olarak tasarlanmış aletler, NiTi döner aletler veya ultrasonik aletlerin irrigasyon olmadan kullanımı sırasında sürtünmeden kaynaklı ısı oluşabilir. Bu durumda da guta-perka kanal içerisinde yumuşatılabilir (Friedman ve ark., 1993; Sae-Lim ve ark., 2000; De Mello Junior ve ark., 2009).

Çözücüler

İyi kompakte edilmiş guta-perkanın ısı yardımıyla veya ısı yardımı olmaksızın mekanik olarak büyük bir kısmı temizlenebilir. Ancak, bu işlemde sonrada kanallarda guta-perka kalıntıları bulunur. İyi kompakte edilmiş guta-perkanın yumuşatılması için çözücülerin kullanımı, ısı kullanımından daha hızlı ve etkilidir (Kaufman ve ark., 1997). Ayrıca, çözücü kullanımı ısı kullanımına göre, özellikle kökün apikal bölümlerinde daha güvenlidir (Duncan ve Chong, 2008). Guta-perka çözücü olarak kloroform, metil kloroform, halotan, ksilen, ökaliptol, turpentin ve portakal yağı, benzen, karbon tetraklorit gibi materyaller kullanılmaktadır.

Kök kanalından guta-perkanın uzaklaştırılması için, manuel el eğeleri veya NiTi döner aletler kullanılmasına bakılmaksızın, çözücü bir maddeden yararlanılmasının daha hızlı sonuç verdiği yapılan çalışmalar tarafından gösterilmiştir (Wilcox, 1995; Sae-Lim ve ark., 2000; Hülsmann ve Bluhm, 2004).

Yapılan bazı çalışmalar (Betti ve Bramante, 2001; Ferreira ve ark., 2001; Scelza ve ark., 2008) kök kanal sisteminin çözücü kullanmadan tümüyle temizlemenin mümkün olmadığını göstermiştir. Bazı çalışmalar ise retreatment işleminde çözücü kullanılması sonucunda kök kanal duvarlarının ince bir film tabakası halinde yumuşamış guta-perka ile kaplandığını göstermişlerdir (Wilcox ve Juhlin, 1994; Hülsmann ve Stotz, 1997). Araştırmacılar bu durumun, retreatment işleminde kullanılan dezenfeksiyon araçlarının etkisini azalttığını savunmuşlardır (Sae-Lim ve ark., 2000; Gu ve ark., 2008). Bu sebepten dolayı kök kanal dolgusu kanaldan uzaklaştırıldıktan sonra kanalın içi tamamen çözücü ile doldurulmalı ve daha sonra çözücü kanallardan kağıt konlar yardımıyla temizlenmelidir. Bu işlem kanal duvarlarında veya kök kanal anatomisinin düzensiz bölgelerinde kalmış kanal patı ve guta-perkadan oluşan film tabasının kaldırılmasına yardımcı olacaktır (Wilcox ve ark., 1987).

Lazerler

Anjo ve ark. (2004) Gates-Glidden, K-tipi eğe ve Nd:YAG lazerleri guta-perka uzaklaştırma etkinlikleri açısından karşılaştırmışlar ve lazerin çok daha kısa bir sürede guta-perkayı uzaklaştırdığını rapor etmişlerdir. Ancak, araştırmacılar çok sayıda dentin tübülünün erimiş dentin ile tıklandığını da göstermişlerdir. Ayrıca, lazerlerin kullanımı sırasında oluşan ısının dişin periradiküler dokularına iletilmesi lazerin kullanımındaki en büyük kaygıdır (Yu ve ark., 2000; Vidučić ve ark., 2003; Anjo ve ark., 2004). Bundan dolayı klinikte lazerlerin rutin olarak retreatment işleminde kullanılmaya başlanmadan önce daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç vardır (Roda ve Gettleman, 2011).

Nikel Titanyum Döner Aletler

NiTi eğelerin geliştirilip endodontide kullanılmaya başlamasıyla beraber, kök kanal şekillendirme işlemleri gibi kök kanal dolgu söküm işlemleri de NiTi eğeler yardımıyla yapılmaya başlanmıştır. NiTi eğelerin kesici kenarları guta-perkaya sıkışacak kadar büyük ancak kanal duvarına temas etmeyecek kadar küçük olmalıdır. NiTi eğeler kök kanalı içerisinde dönmeye başladığında, eğenin üzerinde bulunan oluklar guta-perkayı kanal dışına doğru taşırlar. Guta-perka uzaklaştırılırken NiTi eğelerin kullanılmasının en büyük riski alet kırılmalarıdır. Bu risk, eğeye apikal yönde aşırı kuvvet uygulamaktan kaçınarak ve seçilen NiTi döner alet sisteminin üreticisinin

önerdiği tork ve hız limitlerine uyarak azaltılabilir (Duncan ve Chong, 2008). Yapılan *in vitro* çalışmalarda; NiTi döner aletlerin kanaldan guta-perkayı, manuel eğelere kıyasla daha hızlı çıkarttığı bildirilmesine rağmen, (Teplitsky ve ark., 1992; Hülsmann ve Stotz, 1997; Sae-Lim ve ark., 2000; Ferreira ve ark., 2001; Baratto Filho ve ark., 2002; Hülsmann ve Bluhm, 2004; Giuliani ve ark., 2008) manuel tekniğin NiTi döner aletlere kıyasla daha hızlı bulunduğu çalışmalarda mevcuttur (Imura ve ark., 2000; Barrieshi-Nusair, 2002). Ayrıca, NiTi döner aletler ile yapılan kök kanal dolgusu uzaklaştırma işlemlerinden sonra artakalan artıkların temizlenmesi için manuel eğelerin kullanılması önerilmiştir (Roda ve Gettleman, 2011).

2.5. Endodontide Nikel Titanyum Alaşımlar

Geleneksel olarak kök kanallarının şekillendirilmesi için üretilen enstrümanlar manuel olarak elle kullanılmak üzere dizayn edilmiştir. Fakat günümüzde kök kanallarını şekillendirmek için geliştirilen NiTi döner aletler popülerlik kazanmıştır.

Geçmişte endodontik enstrümanlar karbon çelik alaşımlardan üretilmekteydi. Daha sonra üretimde paslanmaz çelik alaşımlara geçilmesi, enstrümanların kalitesini önemli ölçüde artırmıştır. Ancak paslanmaz çelik aletlerle yapılan şekillendirme işleminin fazla vakit alması, şekillendirme sırasında kanallarda düzensizliklerin meydana gelmesi gibi problemler enstrüman yapımında yeni alaşımların kullanılmasının gerekliliğini ortaya çıkartmıştır (Peters and Koka, 2008). Bu tür olumsuzluklar, kanalda şekillendirilmemiş bölgeler bırakmakta, düzensiz kanal şekli yaratmakta ve kanalın dezenfeksiyonunu ve kök kanal dolgu işlemlerini zorlaştırmaktadır. Günümüzde paslanmaz çeliklere kıyasla çok daha gelişmiş esnekliğe ve şekil hafızasına sahip NiTi alaşımların endodontik enstrüman yapımında kullanılması ile kanal şekillendirme işleminde önemli ölçüde gelişme sağlanmıştır (Bergenholtz ve ark., 2009; Roda ve Gettleman, 2011).

2.5.1. Nikel Titanyum Alaşımların Genel Özellikleri

NiTi alaşımlar ilk olarak Buehler ve ark. (1963) tarafından geliştirilmiş ve marka ismi “Nitinol” olarak ticarileştirilmiştir. Nitinol ismini, alaşıma katılan metallere (nikel ve titanyum) ve geliştirildiği laboratuvardan (Naval Ordnance Laboratory) almıştır. Nitinol alaşımı ağırlıksal olarak yaklaşık %56 nikel ve %44 titanyum içerir (Walia ve ark., 1988). Titanyum, korozyona karşı dirençli, biyouyumlu,

hafif, özgül ağırlığı, ısı iletme yeteneği ve elastiklik modülü düşük bir metaldir. Oluşturduğu alaşımlar yapısal olarak sağlam ve korozyona dayanıklıdır. Bu özellikleri nedeniyle tıp ve diş hekimliği alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Andreasen ve Brady (1972) NiTi alaşımları ilk olarak diş hekimliğinde ortodontik tel yapımı amacıyla kullanmışlardır. Walia ve ark. (1988) ilk NiTi endodontik enstrümanı üretmişler ve böylelikle NiTi alaşımın endodonti alanına girmesini sağlamışlardır. NiTi alaşımların, paslanmaz çelik alaşımlara göre en önemli üstünlükleri; süper elastik bir yapıya sahip olmaları, şekil hafızası göstermeleri, biyolojik olarak daha uyumlu olmaları ve yüksek korozyon direncine sahip olmalarıdır (Stoekel ve Yu, 1991; Serene ve ark., 1995). NiTi alaşımlar, yüksek esnekliği ve kolayca şekil alabilme yeteneği sayesinde torsiyonel ve döngüsel kırılmalara karşı üstün direnç göstermektedirler (Duerig ve ark., 1990).

Süper elastiklik, metal alaşımın kalıcı deformasyon göstermeden uygulanan strese direnç gösterme (orijinal şekline geri dönebilme) yeteneği olarak tanımlanır. NiTi alaşımlar süper elastiklik özellikleri sayesinde %8'e kadar gerilmelere geri dönüşümsüz deformasyon (plastik) olmaksızın izin verebilirler. Paslanmaz çelik alaşımlarda ise bu oran yalnızca %1 değerindedir (Stoekel ve Yu, 1991; Serene ve ark., 1995; Torrisi, 1999; Thompson, 2000; Ye ve Gao, 2012). Ancak NiTi alaşımların süper elastik özelliği kurvatürlü kanallarda şekillendirme öncesi eğeler üzerinde ön büküm yapmaya izin vermez (Schäfer, 1997).

Şekil hafızası ise, metal alaşımın ısı, elektromanyetik alan ve fiziksel kuvvetler gibi etkenler nedeniyle şekil değişimine uğramasına rağmen, etken ortadan kalkınca orijinal şekline dönebilme yeteneğidir (Serene ve ark., 1995). NiTi alaşımlar diğer şekil hafızalı alaşımlar olan bakır-alüminyum-nikel, bakır-çinko-alüminyum ve demir-manganez-silikon alaşımlarından daha kullanışlı olarak değerlendirilir (Borden, 1991).

NiTi alaşımların temel özelliği, kritik dönüşüm sıcaklığının üzerinde veya altında iki farklı şekil ve kristal yapısına sahip olmalarıdır (Otsuka ve Ren, 2005). Bununla birlikte, bu alaşımlarda ikisi temel olmak üzere üç NiTi faz bulunur (Duerig ve ark., 1990). NiTi alaşım ostenit (austenit) fazda iken, karmaşık bir gövde merkezli kübik yapıya sahiptir bu faz ve yüksek sıcaklık ve düşük streste ortaya çıkar. NiTi alaşım martensit (martensite) fazında ise, birbirine eşit olmayan üç ayrıtı bulunan kristal

oluşum (monoclinic) olarak tarif edilen karmaşık bir yapıya sahiptir ve bu faz düşük sıcaklık ve yüksek strese meydana gelir. R-Fazı ise ara bir fazdır ve ısıtma ile martensitten ostenite hızlandırılmış dönüşüm ve soğutma ile ostenitten martensite ters dönüşüm esnasında oluşan rhombohedral bir yapıdır. NiTi alaşımlar martensit fazda ostenit faza göre daha iyi biçimlendirilebilir (Thompson, 2000). Alaşım martensit fazda iken yumuşak ve kolay deforme olmakla birlikte ostenit fazda, oda sıcaklığında sert ve kararlı bir halde bulunmaktadır (Peters ve Paque, 2010).

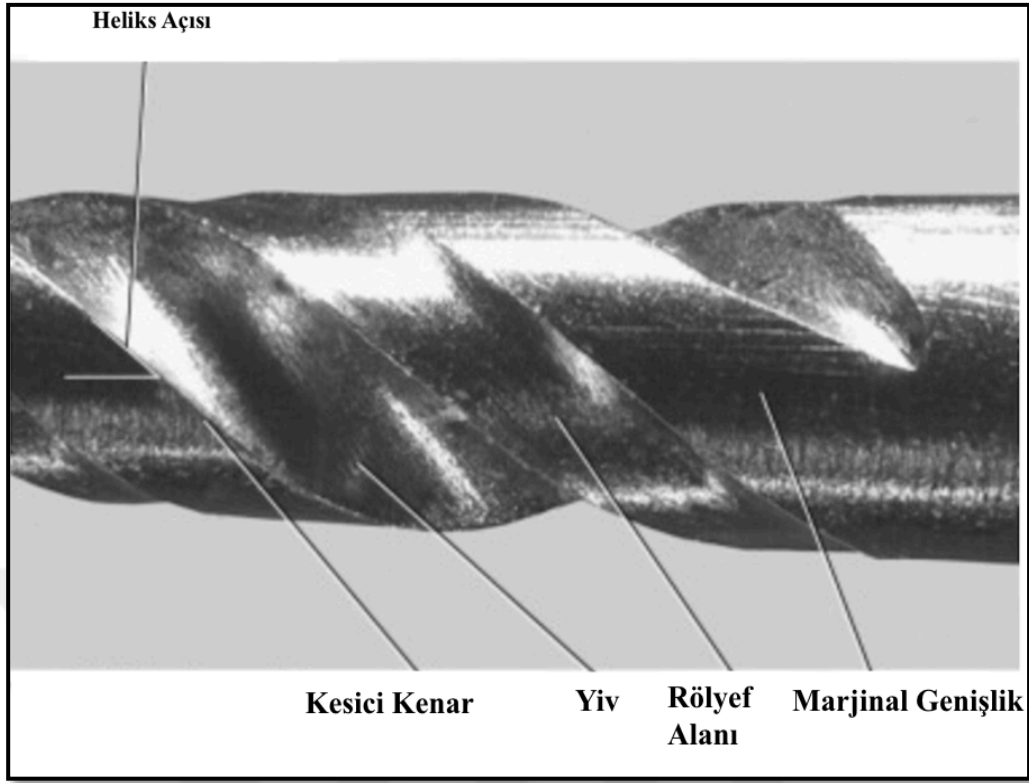
NiTi döner aletlerin klinik performanslarını geliştirmek için yeni stratejiler üzerinde çalışılmaktadır. Bunlar; yontulmuş yüzeyin polisajlanması, daha sert yüzeyler elde etmek için eğe yüzeyine iyon implantasyonu yapılması ve yüzey kaplamalarının kullanılması gibi sadece yüzey yapısına müdahale etmenin yanında (Li ve ark., 2007; Bui ve ark., 2008), son dönemde alaşımların dökümü veya preslenme işlemi ve ısı vasıtasıyla plastik deformasyona uğratarak bükülmesi gibi farklı yöntemlere de başvurulmaktadır (Metzger ve ark., 2011). Bu bükme işlemi için R-Fazının uygun olduğu iddia edilmiştir. Üretici firma, R-Fazı teknolojisi ile üretilen NiTi aletlerin geleneksel teknoloji ile üretilen NiTi aletlere göre üstün mekanik özellikler kazandığını ileri sürmektedir (Kim ve ark., 2010).

Son yıllarda geleneksel nitinolü daha esnek bir yapıya dönüştürmek ve NiTi döner aletlerdeki kırılma insidansını en aza indirmek için üretim süreci modifiye edilmiştir. Araştırmalar, NiTi döner aletlere ısı uygulamasının bu aletlere ekstra direnç kazandırdığını göstermektedir (Berendt ve Yang, 2006; Kim ve ark., 2010). Bunun için öncelikle gerilme dayanıklılığı ve yorulma direnci ostenit yapıdaki geleneksel süper elastik alaşımdan (55-nitinol) daha yüksek olan, martensit ve premartensit R-Fazı içeren ve gerilim altındaki değişik ısılarda, termal işleme prosedürü patentli M-Wire olarak adlandırılmış yeni bir NiTi alaşım geliştirilmiştir (Kim ve ark., 2010). Daha sonra bu alaşımın ticari kullanım haklarını Mallefer firması satın almış ve bu alaşıma patentli özel işlemler uygulayarak stabil martensit yapıda M-Wire alaşımını elde etmiştir (Alapati ve ark., 2009). Johnson ve ark. (2008), geleneksel süper elastik NiTi alaşımdan üretilmiş NiTi döner alet sistemi ile M-Wire NiTi alaşımdan üretilmiş aynı NiTi döner aletleri döngüsel yorgunluğa dayanıklılıkları açısından karşılaştırmışlar ve M-Wire'in %390 oranında daha fazla dayanıklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Controlled Memory (CM) Wire, 2010 yılında piyasaya sürülen esnekliği arttırılmış NiTi alaşımdır. CM Wire NiTi alaşımları, üretimleri sırasında, alaşımın hafızasını kontrol altına alan özel bir takım termomekanik işleminden geçmektedir. Bu işlemler nedeniyle CM Wire NiTi alaşımlar geleneksel NiTi alaşımların sahip olduğu şekil hafızası özelliğine sahip değildir. Alaşımın mikro düzeydeki yapısal özellikleri ve alaşıma üretim sırasında uygulanan ısıl işlemler alaşımın mekanik özelliklerini belirlemektedir. NiTi alaşımlardaki farklı kristal yapılar, alaşımların farklı özellik göstermesini sağlamaktadır. Geleneksel NiTi alaşımlar oda sıcaklığında ostenit fazda bulunurken, CM Wire NiTi alaşımı, ostenit ve martensit fazlarının karışımından oluşmaktadır (Shen ve ark., 2011). Martensit fazında alaşımın elastik modülü ostenit fazına göre daha düşüktür. Bu sayede alaşım daha yumuşak ve bükülebilir hale getirilmektedir (Kusy, 1997). Ayrıca, CM Wire NiTi alaşımlar geleneksel NiTi alaşımlarının ağırlıksal olarak sahip olduğu nikel oranından (%54.5-57) daha az nikel oranına (%52) sahiptirler. Shen ve ark. (2012b) yaptığı çalışmada CM Wire eğerlerinin geleneksel süper elastik eğerlere göre döngüsel yorgunluk direncinin %400-600 fazla olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, martensit fazında ege üzerinde mikro çatlak ilerleyişi daha yavaş olmaktadır.

2.5.2. Nikel Titanyum Döner Aletlerin Dizaynları

NiTi döner aletler kendilerine özgü dizayn özellikleri göstermektedirler. Bu özellikler; uç dizaynı, koniklik açısı (taper), yiv (flute), kesici kenar/bıçak, marjinal genişlik (land), heliks açısı, eğiklik (rake) açısı, kesme açısı/etkili eğiklik açısı ve sarmal (pitch) yapısıdır (Şekil 1) (Glickman ve Koch, 2000; Koch ve Brave, 2002; Metzger ve ark., 2011). Bu dizayn farklılıkları, aletlerin esnekliklerini, kesme etkinliklerini ve torsiyonel dirençlerini etkilemektedir (Hülsmann ve ark., 2005).



Şekil 1. NiTi döner aletlerin kendine özgü yüzey özellikleri (Metzger ve ark.'dan uyarlanmıştır, 2011)

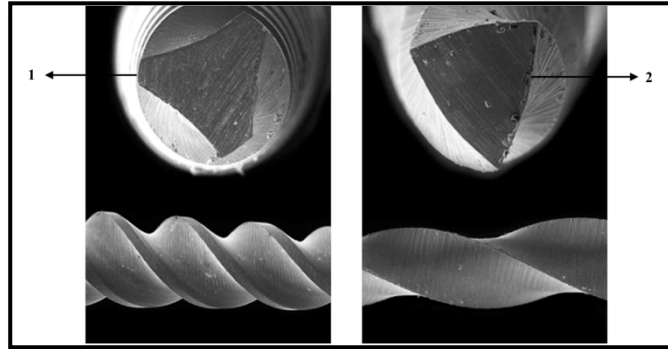
Günümüzde NiTi döner aletler üç tip uç dizaynına sahiptir; kesici, kısmen kesici ve kesici olmayan uç. Eğe ucunun görevi, kanal içerisinde eğeye rehberlik ederek eğenin kanal içerisinde ilerlemesi sağlamaktadır. Eğenin uç dizaynının bilinmesi, şekillendirme sırasında istenmeyen durumların önlenmesi açısından önemlidir. Kesici uç yapısına sahip eğelerin kurvatürlü kök kanalı içerisinde uzun süre tutulmasıyla kök kanalının orijinal ekseninde transportasyon meydana gelebilir. Diğer yandan kesici olmayan uca sahip eğeler, kanal içerisinde ilerlemek için apikale doğru zorlanırsa alet kırıklarına neden olunabilir.

Eğelerin diğer bir dizayn özelliği ise koniklik açısıdır. Eğenin ucuyla sap kısmı arasında bulunan ve kesici spirallerin bulunduğu gövde bölümü “çalışan kısım” olarak adlandırılır. Eğenin ucundan sapına doğru çalışan kısım boyunca her milimetredeki çap artış miktarına “koniklik açısı” adı verilmektedir. Örneğin, 0.2 koniklik açısına sahip #25 numara eğenin uç kısmının çapı 0,25 mm iken, ucundan itibaren 1. mm’de 0,27 mm çapa, 2. mm’de 0,29 mm çapa ve 3. mm’de 0,31 mm çapa sahiptir. Bazı üreticiler konikliği yüzde olarak da ifade ederler (örneğin %2 koniklik açısı). Geçmişte ISO standartlarına göre eğelerin koniklik açıları 0.2 ve çalışan kısımlarının uzunluğu 16 mm

iken, günümüzde eğelerin koniklik açıları ve çalışan kısımlarının uzunlukları markalara göre çeşitlilik göstermektedir. Eğenin bir noktasındaki kesitsel çapın belirlenebilmesi, kurvatür noktasındaki eğe boyutunun ve eğe üzerindeki göreceli stresin belirlenmesine yardımcı olur (Metzger ve ark., 2011). Farklı koniklik açısına sahip NiTi eğeler ile iki farklı şekilde kök kanal şekillendirme işlemi yapılabilir. Bunlardan ilki, aynı koniklik açısına ve farklı apikal çaplara sahip eğelerle kök kanalını şekillendirmektir. İkinci ise değişik koniklik açısında ve değişik apikal çaplara sahip eğelerle şekillendirme işleminin yapılmasıdır. Piyasada bulunan bazı NiTi eğeler, aynı eğe üzerinde değişik koniklik açılara sahiptir. Değişken koniklik açısına sahip eğelerle şekillendirme yapılırken, birbirini takip eden her eğe kanal duvarı yüzeyine minimum temas eder. Böylece sürtünme direnci azalır ve eğenin çalışması sırasında daha az torca ihtiyaç duyulur (Koch ve Brave, 2002).

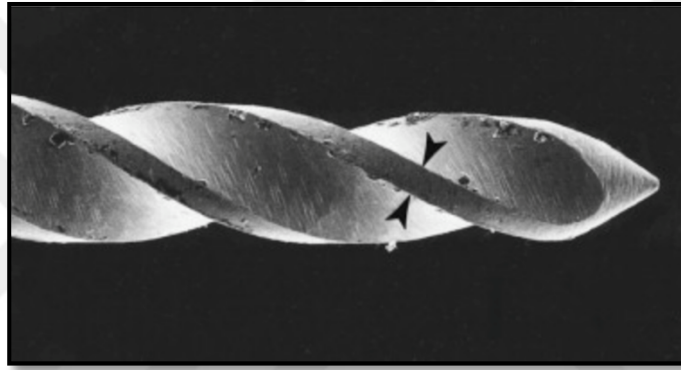
Diğer bir dizayn özelliği olan “yiv”, eğenin çalışan kısmındaki oluktur. Yumuşak doku ve dentin artıklarından oluşan debris yivlerde birikir ve yivler yardımıyla kanal dışına taşınır. Yivin etkinliği; derinliğine, genişliğine ve yüzey yapısına bağlıdır (Metzger ve ark., 2011).

Eğelerin bir diğer dizayn özelliği de “kesici kenar” ya da “bıçaktır”. Eğe dönerken oluğu takip eden en geniş çaplı yüzey, eğenin kesici kenarını ya da bıçak kısmını oluşturur. Kesici kenar, eğenin dönmesiyle birlikte etkinleşir, kanal duvarından debris çıkarır ve yumuşak dokuyu koparır. Etkinliği, kanal duvarıyla yaptığı açıya ve keskinliğine bağlıdır (Şekil 2) (Metzger ve ark., 2011).



Şekil 2. NiTi eğelerin kesici kenar ve marjinal genişlik özellikleri **1:** Pasif kesici kenar ve geniş marjinal genişlik, **2:** Aktif kesici kenar ve azaltılmış marjinal genişlik (Metzger ve ark.’dan uyarlanmıştır, 2011)

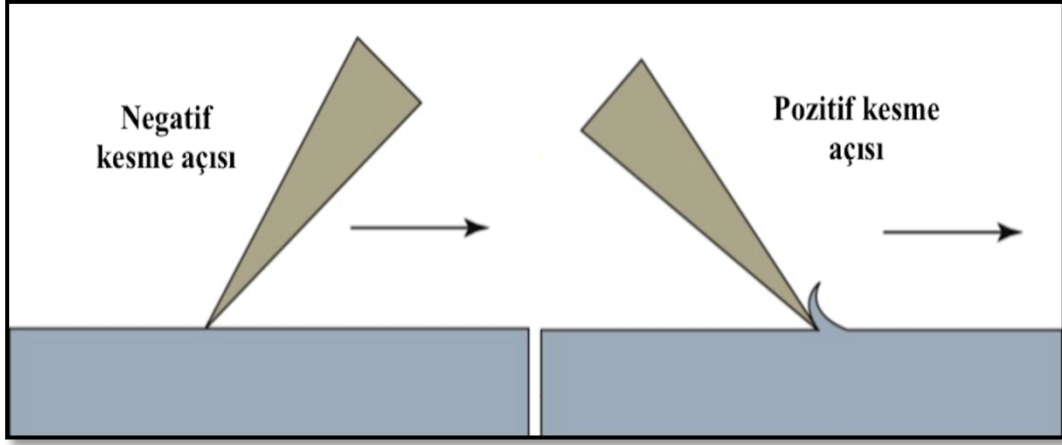
“Marjinal genişlik” ise, merkezi eksenenden aksiyal olarak çıkıntı oluşturan ve yivler arasındaki kesici kenar boyunca devam eden yüzeydir (Şekil 3). Marjinal genişlik, kanal duvarlarına eğenin çevresince temas eder ve eğenin kanal içerisindeki vidalanma etkisini, kanal transportasyonunu ve dentinde bulunan mikro çatlakların yayılma riskini azaltarak kesici kenarı destekler ve kesme derinliğini sınırlandırır. Eğeyi kanalın merkezinde tutan, uç ve marjinal genişlik kombinasyonudur. Marjinal genişlik, eğenin sürtünme direncini ve dayanıklılığını etkilemektedir. Sürtünme direncini azaltmak için, kanal duvarlarına bakan marjinal genişlik yüzeylerinin bir kısmı azaltılarak “rölyef” alanları oluşturulur. Eğenin dayanıklılığını artırmak için marjinal genişlik artırılabilir (Koch ve Brave, 2002; Metzger ve ark., 2011).



Şekil 3. Siyah oklar marjinal genişliği göstermektedir (Metzger ve ark.’dan, 2011)

“Heliks açısı”, eğenin kesici kenarının eğenin uzun aksıyla yaptığı açıdır. Bu açı, yivde biriken debrisin kök kanalından uzaklaştırılma kapasitesini ve NiTi döner aletlerin performansını etkileyen bir özelliktir. Sabit heliks açısı, debrisin eğenin koronal kısmında birikmesine ve eğenin kök kanalı içinde vidalanmasına neden olur. Heliks açısı değişirse, debris daha etkili bir şekilde uzaklaştırılır ve eğenin vidalanma ihtimali azalır (Koch ve Brave, 2002; Metzger ve ark., 2011).

“Eğiklik açısı”, kanal egesinden yatay bir kesit alındığında, eğenin yarıçapı ile kesici kenarının yaptığı açıdır. Eğer kesici kenar ve kesilen yüzeyin oluşturduğu açı genişse, eğiklik açısı “pozitif” ya da “kesici (cutting)”; açı darsa, eğiklik açısı “negatif” ya da “kazıyıcı (scraping)” olarak adlandırılır (Şekil 4).



Şekil 4. NiTi döner aletlerin kesme açıları (Metzger ve ark.'dan uyarlanmıştır, 2011)

“Kesme açısı” ya da “etkili eğiklik açısı”, eğer kesici kenara dik kesildiğinde kesici kenar ile yarıçapın oluşturduğu açıdır ve eğenin kesme etkinliğinin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Eğiklik açısı ile kesme açısı terimleri birbirinin yerine kullanılmakla birlikte, aslında farklı açıları ifade etmektedir. Fakat eğenin yivleri simetrikse, eğiklik açısı ve kesme açısı aynıdır (Metzger ve ark., 2011).

“Sarmal” ise, aynı düzlem üzerinde kesici kenar üzerindeki bir nokta ile bir sonraki kesici kenar üzerindeki nokta arasındaki uzaklıktır, ya da diğer bir deyişle uzunluk birimi başına spiral sayısıdır. Sarmal ne kadar küçük ya da kesici kenar üzerindeki noktalar arasındaki uzaklık ne kadar az olursa, eğer o kadar çok spirale sahiptir. Çoğu eğer, çalışan kısım boyunca değişen sarmala sahiptir ve çap eğenin ucundan sapına doğru arttığından yivler orantılı olarak derinleşir (Metzger ve ark., 2011).

2.5.3. Nikel Titanyum Döner Aletlerin Sınıflandırılması

NiTi döner aletler, zorlu anatomik koşullarda dahi dayanıklılıklarını kaybetmeden daha etkili bir kesiciliğe sahip olmak için çeşitli dizayn değişimlerine uğramışlardır. Ancak, her NiTi döner alet sisteminin güçlü ve zayıf yönleri olduğu unutulmamalıdır. Eğelerin özelliklerini yapılarını oluşturan metal, sahip olduğu koniklik açısı ve kesit yapısı belirler. NiTi döner alet sistemleri ilk piyasaya çıktığından günümüze değin 5 nesil geçirmiş olup her nesilde üretilen aletler farklı yapıda ve şekillerde sınıflandırmaya sahiptir.

Birinci Nesil Nikel Titanyum Döner Alet Sistemleri

İlk 0.2 koniklik açısına sahip NiTi döner alet Dr. John McSpadden tarafından 1992 yılında dizayn edilmiştir. Ancak, bu eğeler piyasaya sürüldükten sonra alet kırılmalarıyla alakalı problemler nedeniyle eğelerin dizaynları değiştirilmeye başlanmıştır. 1994’de Dr. Johnson ProFile 0.4 serisi olarak bilinen bir ege dizisi geliştirmiştir. Bu gelişmeyi takiben ProFile 0.6 serisi ve “Kanal Girişi Şekillendiricisi (Orifice Shaper)” piyasaya sürülmüştür. Eğelerin kesitleri incelendiğinde, ege şaftının etrafında eşit boşluklara sahip U şekilli üç oluk bulunduğu görülmektedir. Bu klasik ege dizaynının birbirini takip eden olukları arasında marjinal genişlik alanları bulunmaktadır. Ayrıca eğeler nötr yada negatif kesme açısına sahiptir. Bu düz alanlar ege nin dentine saplanmasını önlerken, dentini pasif bir şekilde kesmesini sağlamaktadır. Ancak, bu NiTi döner alet sistemler ile istenilen kök kanal şekline ulaşmak için çok sayıda eğeye ihtiyaç duyulur. Dr. Johnson yüksek koniklik açısına sahip bu ege tasarımı ile birlikte klasik ISO standardı olan 0.2 koniklik açısı paradigmasını yıkmıştır. Bundan dolayı Dr. McSpadden ve Dr. Johnson NiTi döner alet sistemlerinin babası olarak adlandırılırlar.

Ayrıca 1. nesil NiTi döner alet sistemleri pasif marjinal alanlara, çalışan kısım boyunca sabit koniklik açısına ve nötr veya hafif negatif eğiklik açısına sahiptir. Kök kanal şekillendirilmesi için bir dizi eğeye ihtiyaç duyulur. Bu neslin diğer örnekleri; Quantec (Tycom, Irvine, CA, ABD), Greater Taper eğeler (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), LightSpeed (Discus Dental, Culver City, CA, ABD) NiTi döner alet sistemleridir (Haapasalo ve Shen, 2013).

İkinci Nesil Nikel Titanyum Döner Alet Sistemleri

İkinci nesil NiTi döner alet sistemleri 2001 yılında piyasaya sürülmüştür (Machtou ve Ruddle, 2004). Bu eğelerin en önemli özelliği marjinal alanları olmayan aktif kesim açısına sahip olmalarıdır. Ayrıca bu sistemlerin en önemli avantajı, kök kanallarını istenilen şekle getirmek için daha az eğeye ihtiyaç duyulmasıdır. Eğelerin kanal içerisinde sıkışmasını ve vidalanma etkisini azaltmak için aktif, pasif kesim açısına ve sabit koniklik açısına sahip NiTi eğelerin kanal dentini ile temas noktaları azaltılmış yani heliks açıları düşürülmüştür. Bu amaçla; EndoSequence (Brassler, Savannah, GA, ABD) ve RaCe (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, ABD) NiTi döner

alet sistemleri piyasaya sürülmüştür (Schäfer ve Vlassis, 2004). Ancak, bu tasarım eğe sıkışmasını azaltmaya yönelik olmasına rağmen, bu eğelerin çalışan kısmı boyunca bulunan koniklik açısı sabittir (Haapasalo ve Shen, 2013).

Üreticiler eğelerin yüzey özelliklerinin eğelerin kırılmasında etkili olduklarını keşfetmişler ve eğelerin kırılmasına karşı yüzey özelliklerini güçlendirmek ve eğelerin kesme etkinliklerini arttırmak için iyon kaplaması (Gavini ve ark., 2010) ve elektriksel cilalama (electropolishing) (Cheung ve ark., 2007) gibi yüzey işlemleri uygulamışlardır. Bu amaçla BioRaCe eğelerinin mekanik özelliklerini geliştirmek ve üretim aşamasında oluşan yüzey defektlerini azaltmak amacıyla eğelerin üzerine elektriksel cilalama işlemi uygulanmıştır (Cheung ve ark., 2007; Lopes ve ark., 2010).

Çoğu ikinci nesil NiTi döner alet sistemi etkili bir kesiciliğe sahip olması için pozitif kesme açısına sahip olacak şekilde dizayn edilmiştir. Çalışan kısım boyunca bulunan sabit koniklik açısı ProTaper (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) eğelerinin piyasaya çıkması ile değişime uğramıştır. Dentsply firması ProTaper eğeleri ile çalışan kısım boyunca artan ve azalan koniklik açılarını bir eğe üzerinde toplamış yani “değişken koniklik açısına” sahip NiTi eğeleri piyasaya sürmüştür. Bu değişim eğe dizisinde bulunan her bir eğenin kanalın farklı bölgelerinde çalışmasına olanak sağlayarak, eğelerin daha kısa zamanda ve daha az kuvvet uygulayarak kök kanallarını şekillendirmesine olanak sağlamıştır (Ruddle, 2001).

Üçüncü Nesil Nikel Titanyum Döner Alet Sistemleri

Üçüncü nesil NiTi döner aletlerin ortaya çıkmasında NiTi alaşımların metalürjisinin geliştirilmesi büyük rol oynamıştır. 2007’de üreticiler ısıtma ve soğutma metotlarını kullanarak NiTi eğelerin döngüsel yorgunluklarının azaltılıp, eğri kanallarda güvenli bir şekillendirme yapabilmelerine olanak sağlamaya çalışmışlardır (Gutmann ve Gao, 2012). Aynı zamanda yeni termomekanik işlemler ve üretim teknolojileri sayesinde NiTi alaşımların mikro yapısı geliştirilmiştir. Bu işlemler sayesinde üçüncü nesil NiTi eğelerde anlamlı bir şekilde döngüsel yorgunluğa karşı direnç artırılmış ve dolayısıyla eğe kırılması azaltılmıştır. Bu ısı ile işlem görmüş yeni nesil eğelere örnek olarak; HyFlex CM (Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, OH, ABD), K3XF (SybronEndo, Orange, CA, ABD), ProFile GT Series X (Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, ABD), ProFile Vortex ve Vortex Blue (Dentsply Tulsa), TYPHOON Infinite Flex NiTi

(Clinician's Choice Dental Products, New Milford, CT, ABD) ve Twisted Files (SybronEndo) gösterilebilir.

M-Wire alaşımlar, geleneksel NiTi alaşıma bir seri ısısıl işlem uygulanması sonucunda üretilmiş ve 2007 yılında tanıtılmıştır. M-Wire teknolojisini ile üretilmiş eğelere örnek olarak Dentsply'in ProFile GT Series X, ProFile Vortex, ve Vortex Blue NiTi döner alet sistemleri gösterilebilir. İlk olarak M-Wire teknoloji ile üretilmiş eğe serisi GT Series X eğeleridir. Daha sonra 2009 yılında ProFile Vortex tanıtılmıştır. Vortex eğeleri ile klasik ProFile eğeleri benzer konikliğe ve uç çaplarına sahip olmalarına rağmen aradaki fark, Vortex eğelerinin marjinal genişliğe sahip olmamasıdır. M-Wire teknolojisini ile üretilmiş diğer bir NiTi döner alet sistemi olan Vortex Blue eğelerin özelliği klasik süper elastik eğelerde görülmeyen mavi yüzey rengine sahip olmalarıdır. Bu mavi yüzey, üretim sırasında eğenin yüzeyinin oksit tabakası ile kaplanmasına bağlıdır. Bu yüzeyin eğelerin döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerini artırdığı bildirilmektedir.

2008 yılında SybronEndo firması plastik deformasyon yoluyla üretilen ilk yivli NiTi döner alet sistemini tanıtılmıştır. Eğelerin retimi klasik paslanmaz elik K-tipi eğelere ve reamerlara benzer şekilde bükülerek yapılmıştır. Üreticilere göre NiTi alaşımların faz değişimleri sırasında bükülmesine izin veren ve "R-Fazı" olarak adlandırılan bir fazda üretim gerekleştirilmifitir.

CM Wire esnek özellikler gösteren ve 2010 yılında tanıtılan bir NiTi alaşımdır. Bu işlemler eğelere üstün esneklik sağlamının yanında, diğer NiTi eğelerden farklı olarak şekil hafızası olmama özelliğini kazandırmıştır. Bu NiTi döner alet sistemlerine örnek olarak HyFlex ve TYPHOON CM gösterilebilir. TYPHOON CM ve HyFlex eğeleri üçgen bir kesite ve 12 mm kesici kenara sahiptir (Haapasalo ve Shen, 2013).

2011 yılında yine SybronEndo firması K3 eğelerini geliştirip K3XF adı altına piyasaya srmifilerdir. K3 eğeleri ile K3XF eğeleri şekil yönünden aynıdır ancak sadece K3XF eğeleri üretimden sonra ısısıl işlemlere tabi tutulmuştur (Gutmann ve Gao, 2012). Üretici firmaya göre K3XF eğeleri nnc bir radyal alana, değişken sarmallara ve artmış esnekliğe ve artmış döngüsel yorgunluğa sahiptir.

Dördüncü Nesil Nikel Titanyum Döner Alet Sistemleri

Piyasada bulunan NiTi döner alet sistemlerinin birçoğu sürekli rotasyon hareketi sağlayan ile kök kanallarını için özel endodontik motorlar ile sürekli rotasyon hareketi kullanılmaktadır. Günümüzde NiTi döner alet sistemlerinin manuel el eğelerinden daha fazla kırılma riski taşıdığı bilinmektedir. Bunun sebebi olarak endodontik motorların sürekli rotasyon hareketi yapması olduğu düşünülmektedir. (Sattapan ve ark., 2000a). Bu durumu ortadan kaldırmak amacıyla kök kanallarının resiprokasyon hareketi ile şekillendirilmesi önerilmiştir (De-Deus ve ark., 2010). Resiprokasyon hareketi, sürekli rotasyon hareketinden farklı olarak, tekrarlayan öne ve arkaya hareketlerden oluşan, ilk olarak 1958 yılında motor kontrollü cihazlarla paslanmaz çelik aletler kullanılarak klinik olarak uygulanmış bir harekettir. Piyasada SY ve SYT 30°'lik eşit açılarla resiprokasyon yapan M4 (SybronEndo), Endo-Eze AET (Ultradent) ve Endo-Express (Essential Dental Systems) gibi cihazlar mevcuttur.

2008 yılında Dr. Ghassan Yared, 25 mm çap ve 0.8 konikliğe sahip tek bir ProTaper eğesi ile SY ve SYT'ne eşit olmayan hareket yapan bir endodontik motor yardımı ile kök kanallarının şekillendirilebileceğini göstermiştir (Yared, 2008). 2011 yılında hem WaveOne (Dentsply Tulsa) hem de Reciproc (VDW, Münih, Almanya) eğeleri "tek eğe" konsepti ile piyasaya sürülmüştür. Her iki egede M-Wire teknoloji ile üretilmiştir. Resiprokasyon teknolojisindeki bu yenilikler kök kanallarının şekillendirilmesi için dördüncü nesil NiTi döner alet sistemlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Haapasalo ve Shen, 2013).

WaveOne eğeleri ikinci ve üçüncü nesil NiTi eğelerle benzerlik göstermesine rağmen kök kanalları şekillendirilirken her iki yöne (SY ve SYT) eşit olamayan resiprokasyon yapan endodontik motorlar ile kullanılırlar. Genel olarak 3 adet SY ve SYT'ne yapılan kesim döngüleri sonunda eğe 360° dönüşü tamamlamaktadır. Bu resiprokasyon hareketi eğenin kanalda rahatça ilerlemesini, daha etkili bir şekilde kesmesini ve oluşan debrisin etkili bir şekilde kanal dışına atılmasını sağlamaktadır (Yared, 2008).

WaveOne eğeleri D1 ile D3 bölgesinde 0.8'lik sabit koniklik açısı gösterirken, D4 ile D16 bölgesinde azalan bir koniklik açısına sahiptir. Eğeler ters helik açısına sahip olmakla beraber çalışan yüzeylerinde iki farklı kesite sahiptir. D1 ile D8

bölgesinde modifiye konveks üçgen bir kesite sahipken, D9 ile D16 bölgesinde konveks üçgen kesite sahiptir. Üretici firma bu farklı kesiti, sarmaların ve heliks açılarının değiştirilmesiyle elde etmiştir. WaveOne eğeleri kesici olmayan modifiye korumalı, eğenin kanal içerisinde güvenli bir şekilde ilerlemesine yardımcı olan uça sahiptir (Berutti ve ark., 2012).

Reciproc eğeleri 11 mm uzunluğunda bir şafta sahiptir ve bu kısa şaft 13 mm veya daha uzun olan NiTi eğelere göre molar dişlerin kanallarını şekillendirmede kolaylık sağlamaktadır. Reciproc eğelerinin kesiti “S” şeklindedir. Eğeler saniyede 10 devir yapar ve bu devir sayısı ortalama 300 rpm’e denk gelir. ST ve SYT’ne dönüş açıları eşit değildir. Kesme yönünde hareket yaparken kanalda ilerler ve dentine tutunur. Ters yöne hareket ederken dentinden ayrılır ve eğe üzerinde oluşan stres ortadan kalkar. Tekrarlayan bu hareketler sonucunda eğe kanalda vidalanma etkisi oluşmadan güvenli bir şekilde ilerler (Haapasalo ve Shen, 2013).

Self-adjusting file (SAF; ReDent-Nova, Raanana, İsrail) geleneksel eğelerin dizayn ve çalışma prensiplerine bir takım değişiklikler getirmiştir (Metzger ve ark., 2010b). Eğe ince duvarları olan delikli bir silindir şeklinde dizayn edilmiştir. Narin bir NiTi kafese ve az aşındırıcı bir yüzeye sahiptir. SAF; içi boş kafesli bir yapıya sahip olup kök kanallarına üç boyutlu adaptasyon sağlamaktadır. Yukarı aşağı çalışma sistemi ile titreşim hareketi yaparak dentin duvarlarını aşındırır ve özel aparatı ile kök kanalı içine irrigasyon solüsyonu göndererek etkili bir şekilde smear tabakasını ve debris uzaklaştırır (Metzger ve ark., 2010a).

Beşinci Nesil Nikel Titanyum Döner Alet Sistemleri

Beşinci nesil NiTi döner aletler “offset” dizayna sahip eğeler olup dönerek çalışan yüzeyleri boyunca bir dalga hareketi meydana getirirler. Bu eğeler değişken koniklik açısı gösteren ProTaper eğeleri gibi, kanalda ilerlerken kanal duvarı ile eğe arasında meydana gelebilecek sıkışmayı en aza indirmektedirler (Hashem ve ark., 2012). Sıkışmanın azalması eğenin kanal içerisinde kilitlemesini, vidalanmasını ve eğenin üzerinde istenmeyen tork kuvvetlerinin oluşmasını engellemektedir. Ayrıca offset dizayn sayesinde kök kanal şekillendirilmesi sırasında kanalda oluşan debris lateral olarak kök kanal anatomisinin düzensizliklerine itilmez. Bu eğelere Revo-S

(Micro-Mega, Besançon, Fransa), One Shape (Micro-Mega) ve ProTaper NEXT (Dentsply Maillefer) örnek gösterilebilir.

Revo-S NiTi döner alet sistemi üç adet şekillendirme eğesinden (SC, SC1, SC2) oluşur. Revo-S eğesinin kesiti asimetriktir. Bu asimetrik kesim, eğenin dönmesi sırasında “yılanvari” hareket yapmasını ve dolayısıyla eğenin üzerinde oluşan torsiyonel stresi azaltmaya yarar.

One Shape eğesi tek bir eğe ile kök kanallarının şekillendirilmesi prensibiyle üretilmiştir. One Shape bıçakları üzerinde değişik kesitler ihtiva eder ve kök kanalında üç bölgede aktif kesim yapar. İlk bölgede değişken üç kesici kenar, ikinci bölgede üçten ikiye doğru azalan kesici kenar, son bölgede (koronal) ise iki kesici kenara sahiptir (Haapasalo ve Shen, 2013).

Piyasada bulunan NiTi döner alet sistemlerinin genel özelliklerine değindikten sonra, bu aletlerde en sık oluşabilecek komplikasyon olan eğe kırılmasına değinmek doğru olur.

2.6. Nikel Titanyum Döner Aletlerde Kırılma

NiTi döner aletlerde kullanım sırasında meydana gelen kırılmalar “torsiyonel” veya “döngüsel” olarak meydana gelir (Sattapan ve ark., 2000a; Cheung ve ark., 2005). Eğri bir kanalda çalışırken eğenin dış tarafı gerilme kuvvetine, iç tarafı ise sıkışma kuvvetine maruz kalır ve eğe üzerinde aşırı stres meydana gelir. Bu durumun devam etmesi sonucunda eğelerde döngüsel yorgunluk oluşarak kırılma meydana gelebilir (Pruett ve ark., 1997). Eğelerin kırılmalarında önemli olan diğer bir faktörde torsiyonel yorulmadır. Burada, eğenin ucu kanalda sıkışır ancak gövdesi dönmeye devam eder. Bu durumda eğe dayanabileceğinden fazla torka maruz kalır ve plastik deformasyona uğrayarak kırılır (Yum ve ark., 2011). Torsiyonel kırılmaların taramalı elektron mikroskobu bulgularında, eğenin kırık yüzeyinin merkezine yakın, eğenin üzerinde meydana gelen aşırı makaslama stresinin metalde meydana getirdiği karakteristik sünek tarzı deformasyonlar görülür (Cheung, 2007). Ayrıca, NiTi bir eğe, eğri bir kök kanalı içerisinde ise, şekillendirme sırasında hem dönme hareketi yapacak hem de kanal duvarlarına sürtünerek dentini keseceğinden dolayı, üzerinde hem döngüsel hem de torsiyonel stresler oluşabilir. Bu durumda meydana gelen kırıklarda eğelerin kırık

yüzeylerinde hem döngüsel hem de torsiyonel kırılma belirtileri bulunabilir (Blum ve ark., 2003; Kim ve ark., 2008).

2.6.1. NiTi Döner Aletlerde Meydana Gelen Kırılmaların İnsidansı

Literatürde NiTi döner aletlerin kırılma sıklığı yapılan çalışmalarda %0,2'den %23'e kadar değişen oranlarda rapor edilmiştir (Sattapan ve ark., 2000a; Cheung ve ark., 2005; Inan ve Gonulol, 2009; De-Deus ve ark., 2013). De-Deus ve ark. (2013) yılında Reciproc eğesi ile yaptığı *in vivo* çalışmada, Reciproc eğeleri ile orta düzeyde eğime sahip 502 kök kanalını şekillendirmişler ve sadece 1 adet (%0,2) eğe kırılmasına rastlamışlardır. Ancak, Cheung ve ark. (2005) yaptıkları *in vivo* çalışmada klinikte farklı vakalarda kullandıkları toplam 122 adet ProTaper S1 eğesinin 28 (%23)'ünde kırık tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

2.6.2. NiTi Döner Aletlerde Kırılmaya Neden Olan Faktörler

NiTi döner aletlerde meydana gelen kırılmalar; kullanılan preparasyon tekniğine, tork kontrollü endodontik motorların kullanılmamasına, NiTi aletlerin büyüklüğüne, yüzey özelliklerine, kullanım hızlarına, kanal kurvatürüne, apikal bölgeye erişmek için düz bir giriş yolunun olması gibi birçok faktöre bağlıdır.

Kullanılan Kök Kanal Şekillendirme Tekniği

NiTi aletler ile kök kanal şekillendirilmesine başlamadan, kanalın apikalinin manuel el eğeleri yardımıyla #15-20'ye kadar genişletilmesi özellikle eğeler üzerinde oluşan torsiyonel stresi azaltarak, eğe kırılma riskini azaltacaktır (Sattapan ve ark., 2000b; Peters ve ark., 2003b). Yapılan bir *in vitro* çalışmada, NiTi aletler ile kök kanal şekillendirilmesinin crown-down tekniğe uygun olarak yapılmasının özellikle küçük çapa sahip eğelerin kırılma insidansını azalttığı rapor edilmiştir (Roland ve ark., 2002).

Tork Kontrollü Endodontik Motorların Kullanımı

NiTi eğeler üzerinde meydana gelen tork kuvvetleri eğenin dayanabileceği maksimum sınırı aşmazsa, torsiyonel nedenle oluşabilecek kırılmaların önüne geçilebilir. Tork kontrollü motorlar sayesinde, eğenin üzerinde oluşan tork kuvvetinin önceden belirlenen değere ulaşması durumunda alet çalışmayı durdurup geri dönerek eğe üzerinde aşırı tork kuvveti oluşmasını önler (Gambarini, 2000). Yapılan bir çalışmada, tork kontrollü endodontik motor kullanımının özellikle NiTi döner alet

kullanmaya yeni başlayan hekimlerin alet kırma oranını azalttığı rapor edilmiştir (Yared ve Kulkarni, 2002).

NiTi Eğelerin Üretim Şekilleri ve Yüzey Özellikleri

NiTi alaşımların üretimi esnasında, içinde oluşabilecek oksit tanecikleri alaşımın içerisinde boşluk oluşmasına ve zayıflamasına neden olabilmektedir. NiTi alaşımın içinde oluşan bu boşlukların alaşım içinde çözünen oksijen, nitrojen, karbon ve hidrojen olduğu düşünülmektedir (Alapati ve ark., 2005). Ayrıca, NiTi eğelerin üretimi sırasında eğelere yapılan aşındırma işlemleri sonucunda eğelerin yüzeylerinde mikro çatlaklar, çukurlar, metal çapakları gibi düzensizlikler görülebilir (Eggert ve ark., 1999; Kuhn ve ark., 2001; Alapati ve ark., 2005). Eğelerin yüzeylerinde var olan defektler eğelerin kullanım ömrüne etki etmekle beraber, eğelerin çalışan kısımlarının dayanabileceği maksimum kuvvete de etki ederler. Yapılan bir çalışmada (Anderson ve ark., 2007) elektriksel cilalama işlemi uygulanmış daha pürüzsüz yüzeye sahip NiTi eğelerin, döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerinin arttığı belirtilmiştir). Ancak elektriksel cilalama işleminin, eğenin yüzeyinde meydana gelen mikro çatlakları önlemede yetersiz kaldığı gösterilmiştir (Herold ve ark., 2007).

NiTi Eğelerin Kullanım Hızı

NiTi eğelerin kullanım hızının eğelerin döngüsel yorgunluğa direncine etkisi konusunda çeşitli görüşler bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada eğelerin kullanım hızının 750 veya 2000 rpm olmasının eğelerin döngüsel yorgunluğa karşı direncini etkilemediği bildirilmiştir. Ancak, diğer çalışmalarda düşük kullanım hızında eğelerin kırılma ve deformasyonlarının azaldığı (Martin ve ark., 2003; Herold ve ark., 2007) ve ayrıca döngüsel yorgunluğa direncinin arttığını (De-Deus ve ark., 2010) rapor edilmiştir. Dolayısıyla eğenin kullanım hızının kırılma üzerine etkisi kesin değildir.

NiTi Eğelerin Kullanım Sayısı

Klinikte uzun süre kullanılan NiTi eğelerin döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerinin anlamlı bir şekilde azaldığı birçok çalışmada bildirilmiştir (Gambarini, 2001b; Yared ve ark., 2003; Bahia ve Buono, 2005). Ancak, literatürde NiTi eğelerin kaç kullanım sonrası yenileri ile değiştirilmesi gerektiği konusunda ortak bir görüş bulunmamaktadır. Yared ve ark. (2000) ProFile eğelerinin kullanım sonrası döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerindeki değişimleri in vivo çalışmalarında, 4

büyük azı dişte kullanılmış eğeler ile hiç kullanılmamış eğeler arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar ProFile eğelerinin ortalama 3 kanallı 4 büyük azı dişte güvenle kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Buna karşın Wolcott ve ark. (2006) yaptıkları *in vivo* çalışmada toplamda 4652 kanal şekillendirmek için kullandıkları ProTaper Universal NiTi eğelerinin 4 kanala kadar kullanılmasının güvenli olduğunu belirtmişlerdir.

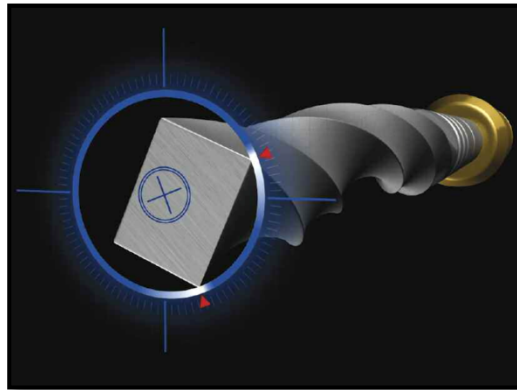
NiTi Eğelerin Tasarımı

Eğenin sahip olduğu kesit ve şekil, torsiyonel ve döngüsel yüklere maruz kaldıklarında eğelerin kırılmalarına etki eder. Geniş çaplı enstrümanlar torsiyonel kuvvetlere, daha ince çaplı olanlara göre daha dayanıklıdır ve daha fazla içsel stres birikimi göstermektedirler (Pruett ve ark., 1997; Haikel ve ark., 1999; Ullmann ve Peters, 2005). Enstrüman tasarımının matematiksel modelleme ile değerlendirilmesinde U-şekilli tasarlanmış ve küçük kesit alanına sahip enstrümanlar üçgen kesitli heliks tasarlanmışlardan daha esnek, ancak torsiyonel yorgunluğa karşı daha zayıf bulunmuştur (Turpin ve ark., 2000; Berutti ve ark., 2003). Eğelerin markası, çapı, koniklik açısı ve üzerindeki sarmal uzunluğu, eğelerin kırılmalarına etki etmektedir (Diemer ve Calas, 2004; Parashos ve ark., 2004)

2.7. Çalışmamızda Kullandığımız Nikel Titanyum Döner Alet Sistemleri

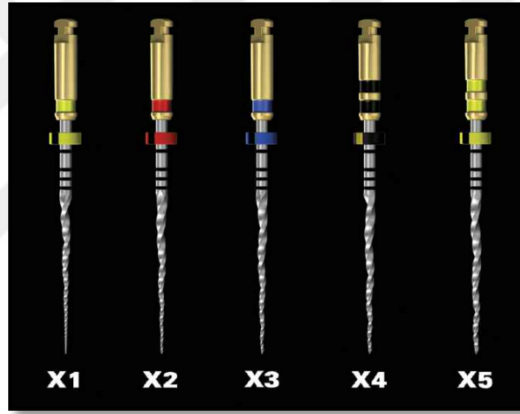
2.7.1. PTN Döner Alet Sistemi

PTN NiTi eğeleri, değişken koniklik açısına, M-Wire teknolojisine ve offset dizayn gibi belirgin dizayn ve metalürjik özelliklere sahiptir (Şekil 5) (Ruddle ve ark., 2013).



Şekil 5. ProTaper NEXT NiTi eğesinin “offset” dizaynı

PTN döner alet sistemi, eğelerinin sap kısmında bulunan sarı (X1), kırmızı (X2), mavi (X3), çift siyah (X4) ve çift sarı (X5) halkalar ile renkli bir şekilde kodlanmış 5 adet eğeden oluşmaktadır (Şekil 6). Eğelerin çapları ve koniklik açıları sırasıyla; 17.04, 25.06, 30.07, 40.06 ve 50.06 şeklindedir. Bu koniklik açıları eğelerin çalışan kısımları boyunca sabit bir şekilde yer almamaktadır. PTN X1 ve X2’de çalışan kısım boyunca artan ve azalan koniklik açılarını bir eğe üzerinde toplamıştır. Örneğin X1 eğesi D1 ile D3 bölgesi arası klasik bir kesite sahipken, D4 ile D16 bölgesi arası offset dizayna sahiptir. Aynı şekilde uç bölümünde 0.4’lük bir koniklik açısına sahipken, D1 ile D11 bölgesi arasında %10 artan koniklik açısına ve D12 ile D16 bölgesinde azalan bir koniklik açısına sahiptir. Ancak PTN X3, X4 ve X5’de D1-D3 sabit koniklik açısı bulunurken, eğenin geri kalan çalışan kısmında azalan koniklik açısı mevcuttur (Ruddle ve ark., 2013).



Şekil 6. ProTaper NEXT NiTi eğe sisteminin eğeleri (X1; 17.04, X2; 25.06, X3; 30.07, X4; 40.06, X5; 50.06)

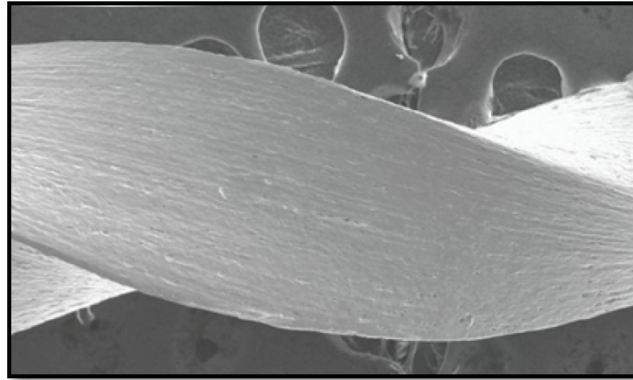
PTN NiTi eğeleri, 300 rpm’de 200 ile 520 gcm^{-1} tork değeri arasında kullanılmaktadır. Yapılan ilk çalışmalar; eğeler kullanılmadan apikal açıklığın iyi bir şekilde sağlanması ve eğelerin kullanımı sırasında fırçalama hareketi yapılması durumunda 520 gcm^{-1} ’lik torkun daha iyi klinik sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (Blum ve ark., 2003).

PTN NiTi eğelerini kullanmaya başlamadan önce, uygun bir giriş kavitesi açılmalı, kanal boyu belirlenmelidir. Daha sonra kanalların şekillendirilmesine X1 eğesi ile başlanır. PTN eğeleri kullanılırken en önemli koşul eğelerin gagalama veya pompalama hareketi yerine fırçalama hareketi ile kullanmasıdır. Fırçalama hareketi

kanalda lateral olarak daha fazla yer açarak eğenin apikale doğru hareketini kolaylaştırır. X1 eğesi ile dirençle karşılaşınca kadar ilerledikten sonra eğe kanaldan çıkarılmalı, üzerindeki debrisler temizlenmelidir. Daha sonra kanal irriga edilmeli, küçük çapa sahip manuel el eğesi (#10, #15) ile rekapütilyasyon yapılmalı ve tekrar irriga edilmelidir. Bu işlem X1 eğesi ile çalışma boyunca ulaşılan dek devam etmelidir. Daha sonra aynı şekilde istenilen apikal çapa ulaşmak için sırasıyla X2, X3, X4, X5 eğeleri kullanılabilir (Ruddle ve ark., 2013).

2.7.2. TFA Döner Alet Sistemi

Geleneksel NiTi eğeler yontulma işleminden geçerek üretildiklerinden eğelerin yüzeylerinde mikro çatlaklar meydana gelmektedir. Bu mikro çatlaklar, aşırı torsiyonel veya döngüsel yorgunluk altında, eğe üzerinde kırılma noktaları oluşturmaktadırlar (Mounce, 2004). TF R-Fazında NiTi alaşımın döndürülmesi ile elde edilmiş bir NiTi eğedir (Şekil 7). Üretici firma TF'in patentli döndürme işlemi ve aynı zamanda yapılan özel ısıl işlem sayesinde, yontularak elde edilen eğelere göre daha fazla yorgunluk direncinin olduğunu ve daha iyi süper elastiklik özellikleri gösterdiğini bildirmiştir (Gambarini ve ark., 2008). Ayrıca eğenin diğer NiTi eğelerden farkı bir özelliği de sap ve gövde kısmının tek parçadan oluşmasıdır. Bu özelliğin sap kısmında başlayan galvanik korozyonu engellediği iddia edilmiştir. Eğenin kesiti üçgen şeklindedir, güvenli uç tasarımına sahiptir ve yüzeyine elektrokimyasal yüzey parlatma işlemi (deoksidasyon) uygulanmıştır. Eğe piyasaya apikal çapı 25 ile 40 mm arasında ve koniklik açısı 0.4 ile 1.2 arasında değişen biçimlerde sunulmuştur.



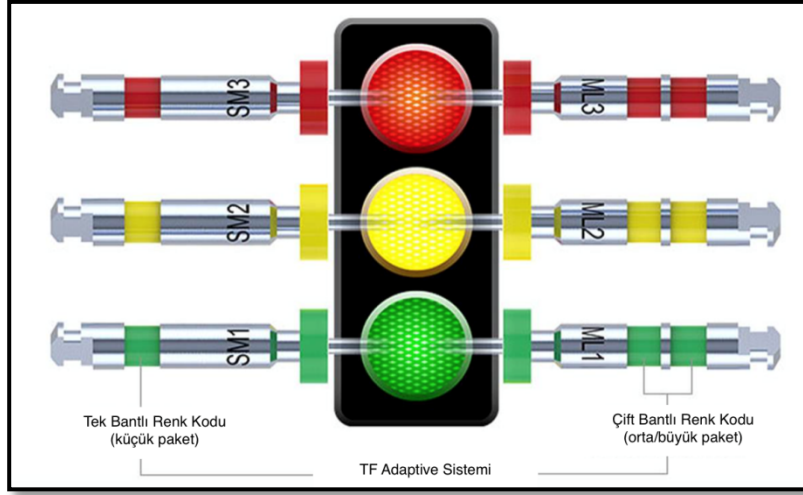
Şekil 7. Twisted File NiTi eğesinin yüzeyi

SybronEndo firması 2011 yılında TFA adı verilen yeni bir seri piyasaya sürmüştür. Bu seride klasik TF eğeleri yeni geliştirilen “Elements Motor” (SybronEndo) ile birlikte kullanılmaktadır (Şekil 8). Bu yeni endodontik motor klasik tam tur döner endodontik motorlara yeni bir bakış getirmiştir. Motor, kanal içerisinde eğenin üzerinde meydana gelen yük miktarını içerisinde bulunan mikro işlemci vasıtasıyla hesaplayarak bu yük miktarına göre motorun hareket şeklini değiştirmektedir. Motor, ege kanal içerisinde yük ile karşılaşınca kadar 600° SY tam tur dönerek durmakta ve bu hareketi sürekli olarak tekrarlamaktadır. Ege kanal içerisinde yük ile karşılaşınca hareket şeklini resiprokasyona değiştirmektedir. Buna göre eğenin kanal içerisinde maruz kaldığı yük miktarına göre 370° SY ve 50° SYT’ne kadar hareketi değiştirebilmektedir. Bu sayede eğenin kanal içerisinde vidalanması önlenmektedir.



Şekil 8. SybronEndo firmasının Elements Motor’u

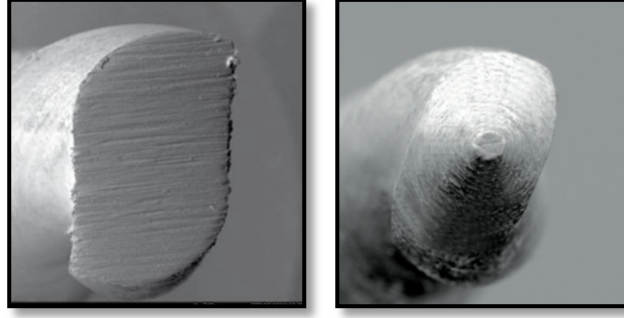
TFA serisi küçük paket ve orta/büyük paket olarak, her pakette 3 ege olacak şekilde 2 seri halinde piyasaya sürülmüştür (Şekil 9). Dar kanallarda SM1 (20.04), SM2 (25.06) ve SM3 (35.04)’den oluşan küçük paketin kullanılması önerilirken, geniş kanallarda ML1 (25.08), ML2 (35.06) ve ML3 (50.04)’den oluşan orta/büyük paketin kullanılması önerilmektedir (TF Adaptive broşür, 2015).



Şekil 9. Twisted File Adaptive NiTi döner alet sisteminin küçük ve orta/büyük paketinin renk kodlaması (SM1; tek yeşil bant, SM2; tek sarı bant, SM3; tek kırmızı bant, ML1; çift yeşil bant, ML2; çift sarı bant, ML3; çift kırmızı bant)

2.7.3. Reciproc Döner Alet Sistemi

Reciproc eğeleri 2011 yılında VDW firması tarafından M-Wire teknolojisi kullanılarak üretilmiş ve piyasaya “tek eğe” sistemi olarak sürülmüştür. Reciproc eğesi kesmeyen (güvenli) bir uça sahiptir. Eğenin kesiti “S” şeklindedir (Şekil 10). Eğe kendine özgü resiprokasyon yapan endodontik motor ile kullanılır. Eğe bu endodontik motor sayesinde, kanal içerisinde ilk olarak kesme hareketi yapar daha sonra bunun tersi hareket yaparak üzerindeki yükü azaltır. Bu şekilde yapılan bir kaç hareket sonrasında 360°'yi tamamlar. Kesme yönünde yaptığı hareket miktarı, ters şekilde yaptığı hareket miktarından fazla olduğu için kanal içerisinde apikal yönde rahat bir şekilde ilerler. Reciproc sistemi R25, R40 ve R50 olmak üzere 3 eğeden oluşur (Şekil 11). Üretici firma talimatlarına göre Reciproc NiTi döner alet sisteminin eğeleri tek hastada kullanılmalı ve atılmadır (Reciproc broşür, 2015).



Şekil 10. Reciproc NiTi eğesinin kesiti ve kesici olmayan ucu

R25, çalışan kısmı 16 mm, apikal çapı 25 mm ve 0.8 koniklik açısına sahip olan NiTi alaşımdan yapılmış bir kanal eğesidir ve dar kanallarda kullanılması önerilmektedir. R40, çalışan kısmı 16 mm, apikal çapı 40 mm ve 0.6 koniklik açısına sahip olan NiTi alaşımdan yapılmış bir kanal eğesidir ve orta genişlikteki kanallarda kullanılması önerilmektedir. R50, çalışan kısmı 16 mm, apikal çapı 50 mm ve 0.5 koniklik açısına sahip olan NiTi alaşımdan yapılmış bir kanal eğesidir ve geniş kanallarda kullanılması önerilmektedir (Reciproc broşür, 2015).

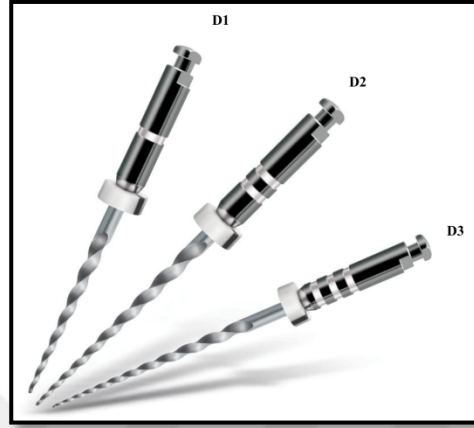


Şekil 11. Reciproc NiTi döner alet sisteminin eğelerinin renk kodlaması (R25; kırmızı bant, R40; siyah bant, R50; sarı bant)

2.7.4. ProTaper Universal Retreatment (PTR) Döner Alet Sistemi

Dentsply firması tarafından retreatment işlemlerinde kullanılmak üzere özel olarak üretilen sistem 3 adet kanal eğesinden (D1, D2 ve D3) oluşmaktadır (Şekil 12). Eğeler apikale doğru fazla basınç yapmadan kullanılmalıdır. Bu sistemle kök kanal dolgu materyalinin korondan apikale doğru boşaltılması hedeflenmektedir. Kök

kanalının D1 koronal, D2 orta ve D3 apikal üçte birlik kısmının şekillendirilmesinde kullanılmaktadır. Eğelerin taşıyıcı bazlı olsun ya da olmasın, gutta-perka kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak için endodontik motor ile 500 ile 700 rpm hız aralığında kullanılması önerilmektedir. Çinko oksit öjenol içerikli kanal dolgu materyalleri için bu hız aralığı 250 ile 300 rpm arasındadır (ProTaper Universal Retreatment broşür, 2015).



Şekil 12. ProTaper Universal Retreatment NiTi döner alet sisteminin eğeleri

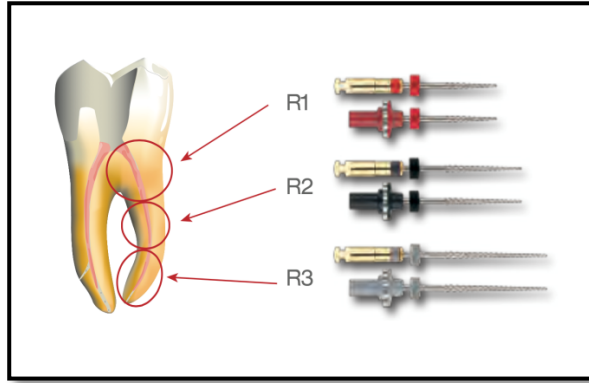
D1, aktif ucu sayesinde kök kanal dolgu materyaline kolay penetre olabilmektedir. NiTi alaşımdan yapılmış olan eğenin çalışan kısmı 16 mm, apikal çapı 30 mm ve koniklik açısı 0.9'dur. D2, çalışan kısmı 18 mm, apikal çapı 25 mm ve 0.8 koniklik açısına sahip olan NiTi alaşımdan yapılmış bir kanal eğesidir. D3, çalışan kısmı 22 mm, apikal çapı 20 mm ve 0.7 koniklik açısına sahip olan NiTi alaşımdan yapılmış bir kanal eğesidir. D3 eğri kanallarda çoğu zaman kanal boyuna ilerleyemez ancak düz kanallarda kanal boyuna ulaşabilir.

Sistemdeki eğeler sırası ile kullanıldıktan sonra kanal boyu ölçümü yapılır. Daha sonra tercihen ProTaper Universal döner alet sistemi ya da başka NiTi döner alet sistemleri ile apikal şekillendirme tamamlanır (ProTaper Universal Retreatment broşür, 2015).

2.7.5. R-Endo Döner Alet Sistemi

Retreatment işlemi için özel olarak tasarlanıp Micro-Mega (Besançon, Fransa) firması tarafından piyasaya sürülmüş ilk NiTi döner alet sistemidir (Şekil 13). R-Endo sistemi; Rm, Re, R1, R2 ve R3 olmak üzere 5 adet eğeden oluşmaktadır. Klasik redüksiyonlu anguldruvaya ve InGet anguldruvaya göre tasarlanmış iki farklı eğe

dizaynına sahiptir. R-Endo sisteminin 300 ile 600 rpm ile kullanılması önerilmektedir. Eğeler kesmeyen (güvenli) uçlara sahiptir (R-Endo broşür, 2015).

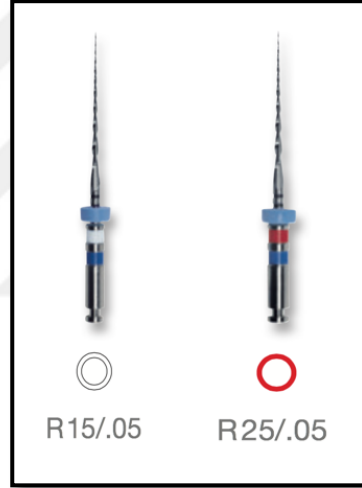


Şekil 13. R-Endo NiTi döner alet sisteminin eğelerinin kanal içerisinde kullanım yerleri (R1 eğesi koronal bölüm, R2 eğesi orta bölüm, R3 eğesi apikal bölüm)

Rm; çalışan kısmı 12 mm, apikal çapı 25 mm ve 0.4 koniklik açısına sahip olan paslanmaz çelikten yapılmış bir kanal eğesidir. Kök kanal dolgusuna ilk girişin sağlaması için kullanılır. Apikale doğru çeyrek tur döndürülerek kök kanal dolgusu boyunca ilerlemeye çalışılır. Re; çalışan kısmı 10 mm, apikal çapı 25 mm ve 1.2 koniklik açısına sahip olan NiTi alaşımdan yapılmış bir kanal eğesidir. Kanal girişlerinin düzeltilip, düzleştirilmesi için kullanılır. 300 ile 400 rpm hız aralığında apikal yönde baskı uygulamadan, kanal ağzlarının 1 ile 3 mm altına kadar çevresel eğeleme yapılarak kullanılır. R1; çalışan kısmı 8 mm, apikal çapı 25 mm ve 0.8 koniklik açısına sahip olan NiTi alaşımdan yapılmış bir kanal eğesidir. Kök kanallarının koronal üçte birlik kısımda ileri geri hareketler ile kullanılır. R2; çalışan kısmı 12 mm, apikal çapı 25 mm ve 0.6 koniklik açısına sahip olan NiTi alaşımdan yapılmış bir kanal eğesidir. Kök kanallarının orta üçte birlik kısımda ileri geri hareketler ile kullanılır. R3; çalışan kısmı 16 mm, apikal çapı 25 mm ve 0.4 koniklik açısına sahip olan NiTi alaşımdan yapılmış bir kanal eğesidir. Kök kanallarının apikal üçte birlik kısımda ileri geri hareketler ile kullanılır. RS; çalışan kısmı 12 mm, apikal çapı 30 mm ve 0.4 koniklik açısına sahip olan NiTi alaşımdan yapılmış bir kanal eğesidir. Opsiyonel olarak apikal bölgenin daha fazla genişletilmesi için kullanılır.

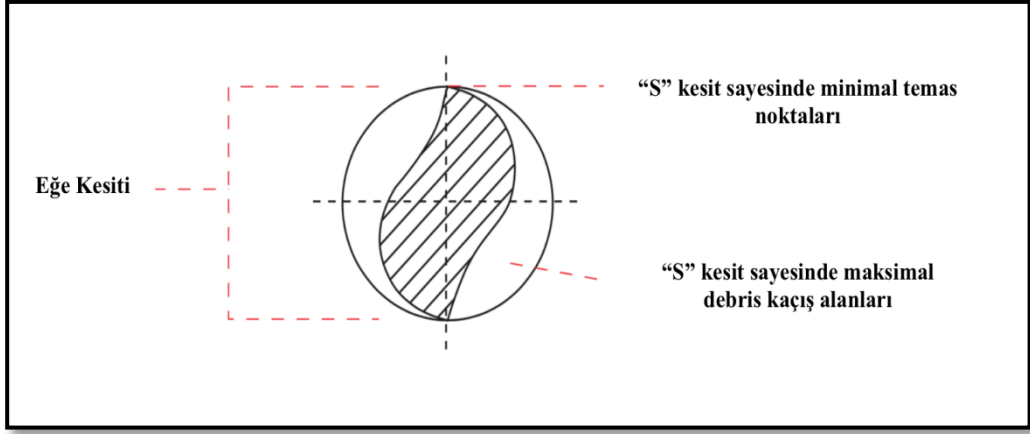
2.7.6. Mtwo R Döner Alet Sistemi

Mtwo R döner alet sistemi retreatment işlemi için tasarlanmış ve VDW firması tarafından piyasaya sürülmüş 2 adet (R15/05 ve R25/05) NiTi eğeden oluşmaktadır (Şekil 14). NiTi alaşımdan yapılmış olan eğeler, “S” şeklinde kesite sahiptir. Bu kesit eğelerin aşırı keskin bıçaklara sahip olabilmelerine imkan tanımıştır. Bu keskin bıçaklar ve keskin olan uç dizaynı sayesinde eğeler, kök kanal dolgu materyallerine kolayca penetre olabilmekte ve eğelerin apikal yönde rahatça hareket edebilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, kesitleri sayesinde kök kanal duvarlarına minimal derecede temas eder ve kök kanal dolgu materyalinin koronale doğru yönlendirilmesi için maksimum yer sağlar (Şekil 15). Sistemin kendine özgü endodontik motoru mevcuttur ve her eğe için gereken hız ve tork ayarları sistem üzerine kayıt edilmiştir (Mtwo R broşür, 2015).



Şekil 14. Mtwo R NiTi döner alet sisteminin eğeleri (R15/05; mavi beyaz bant, R25/05 mavi kırmızı bant)

R15/05 dar kanallarda kullanılmak üzere dizayn edilmiştir. Eğenin çalışan kısmı 21 mm, apikal çapı 15 mm'dir ve eğe 0.5 koniklik açısına sahiptir. R25/05 orta genişlikte veya geniş kanallarda kullanılmak üzere dizayn edilmiştir. Eğenin çalışan kısmı 21 mm, apikal çapı 25 mm'dir ve eğe 0.5 koniklik açısına sahiptir (Mtwo R broşür, 2015)



Şekil 15. Mtwo R NiTi döner alet sisteminin eğelerinin “S şekilli” kesiti

Bu tez çalışmasının amacı; retreatment işlemi sırasında kullanılan PTN, TFA, Reciproc, PTR, R-Endo ve Mtwo R NiTi döner alet sistemlerinin eğeleri yüzeylerinde oluşan deformasyonların taramalı elektron mikroskobu (SEM) yardımıyla tespit edilerek karşılaştırılmasıdır.

Bu tez çalışmasının hipotezi; retreatment amacıyla kullanılan farklı NiTi döner alet sistemleri yüzeylerinde retreatment sonrası oluşan deformasyon yönünden fark olmayacağıdır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Örneklerin Seçimi ve Hazırlanması

Bu tez çalışması, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yürütüldü. Tez çalışmamız için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 2014/733 no'lu kararı ile etik kurul onayı alındı (EK-1). Bu çalışmada, periodontal nedenle çekim endikasyonu konulmuş 240 adet üst orta keser diş kullanıldı. Her bir çekim öncesi hastalara çalışma hakkında bilgi verildikten sonra, çalışma için hazırlanmış formlar ile aydınlatılmış onamları alındı (EK-2). Çekilen dişler deney aşamasına kadar %10 formalin solüsyonunda bekletildi.

Dişlerin üzerindeki yumuşak ve sert doku artıkları bir ultrasonik scaler (Cavitron SPS, Dentsply, York, PA, ABD) yardımıyla temizlendi. Dişlerin kök ve kanal sayıları ile kanal kalsifikasyon durumunun değerlendirilmesi amacıyla her bir dişin radyografisi alındı. Dişler VistaScan (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Almanya) fosfor plaklar üzerine ilk önce MD yönde yerleştirildi ve 70 kVp/2 sn ışınlama süresiyle ilk radyografi elde edildi. Daha sonra aynı işlem BP yönde tekrarlandı. Radyografi işlemi sonrası fosfor plaklar VistaScan tarayıcısı ile taranarak dijital görüntüler elde edildi. Üst orta keser dişlerin tek ve düz köklü, kalsifikasyon göstermeyen tek kanallı olanları çalışmaya dahil edildi. Aynı zamanda dişler x2.5 büyütme yapan loupe (Dental Binocular Loupes, Beijing, Çin) yardımıyla incelenerek kırık, çatlak ve çoklu apikal foramene sahip dişler çalışmaya dahil edilmeyerek, yenileri ile değiştirildi.

İki yüz kırk adet üst orta keser dişin kronları çalışmanın standardizasyonunu sağlamak amacıyla kök boyu 16 mm olacak şekilde ince bir elmas separe (Gebr. Brasseler GmbH & Co., Lemgo, Almanya) yardımıyla mine-sement sınırından, dişin uzun aksına dik olacak şekilde su soğutması altında uzaklaştırıldı (Şekil 16).



Şekil 16. Dişlerin kronlarının mine-sement sınırından ayrılması

3.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Çalışma boyunun tespiti amacıyla dişlerin kök kanallarına x2.5 büyütme altında 15 nolu K-tipi kanal eğesi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile girilerek, eğe apikal foramenden görünene kadar ilerlendi ve bu boyut lastik stoper yardımıyla tespit edildi. Lastik stoper ile eğe ucu arasındaki mesafe bir endodontik cetvel (Dentsply Maillefer) ile ölçüldü. Daha sonra elde edilen ölçümden 1 mm çıkartılarak çalışma boyu belirlendi.

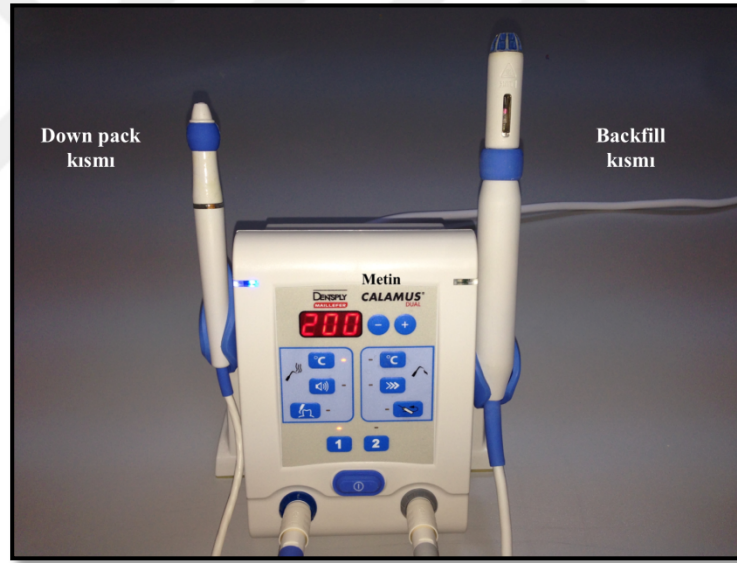
Kök kanallarının şekillendirilmesi için PTN döner alet sisteminin X1, X2, X3 ve X4 eğeleri sırasıyla kullanıldı. Eğeler, VDW Reciproc Gold (VDW, Münih, Almanya) endodontik motorunun “DR’S CHOICE” programında üretici firma talimatına göre 300 rpm hız ve 200 gcm^{-1} tork değeri ile kullanıldı. Önce X1 (17.04) eğesi ile kanal içerisinde eğe dirençle karşılaşmaya kadar ilerlendi, eğe kanaldan çıkartıldı ve üzerindeki debrisler temizlendi. Daha sonra kanal %5.25’lik NaOCl (Wizard; Rehber Kimya, İstanbul, Türkiye) solüsyonu ile yıkanarak, kanal açıklığının kontrolü için #15 K-tipi eğe ile rekapütilyasyon yapıldı ve tekrar yıkandı. Bu işlem X1 eğesi ile çalışma boyuna ulaşmaya kadar tekrar edildi. Kök kanallarının şekillendirilmesi sırası ile X2 (25.06), X3 (30.07) ve X4 (40.06) eğelerinin çalışma boyunda kullanılması ile tamamlandı. İşlem sırasında eğeler x2.5 büyütme yapan loupe ile incelendi. Eğelerin üzerinde herhangi bir deformasyon olması durumunda başka bir kanalda kullanılmayarak atıldı. Her yeni eğe seti en fazla 4 adet kök kanalı

şekillendirmek için kullanıldı. Her eğe değişimi sırasında kök kanalları 2 mL %5.25'lik NaOCl solüsyonu ile yıkandı. Kök kanallarının son yıkaması için sırası ile 2 mL %17'lik EDTA (Vista Dental Products, ABD), 2 mL %5.25'lik NaOCl ve 2 mL distile su kullanıldı.

3.3. Kök Kanallarının Doldurulması

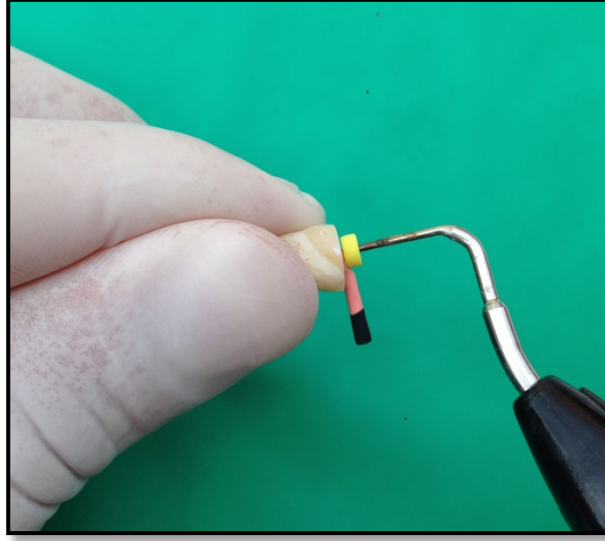
Kök kanalları steril kağıt konlar (DiaDent, Chongiu City, Kore) ile kurutulduktan sonra PTN sistemine uygun X4 guta-perka konlar (Dentsply Maillefer) alışma boyunda tug-back hissi alacak şekilde kök kanallarına yerleştirildi. Guta-perka konların çalışma boyuna ulaşamadığı örnekler yenileri ile değiştirildi.

Kök kanalı doldurma işlemi AH Plus (DeTrey Dentsply, Konstanz, Almanya) kanal patı ve X4 guta-perka ile Calamus Dual 3D Obturation System (Dentsply Tulsa, Oklahoma, ABD) kullanılarak vertikal kompaksiyon tekniğine göre yapıldı (şekil 17).



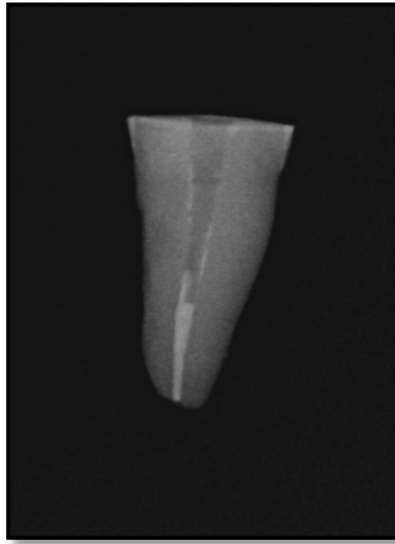
şekil 17. Vertikal kompaksiyon tekniğinde kullandığımız Calamus Dual 3D Obturation System

Guta-perka AH Plus kanal patı ile kaplandıktan sonra saat yönünün tersine çevrilerek kök kanalına yerleştirildi. Calamus Dual 3D Obturation System'in "down pack" kısmında bulunan küçük boyuttaki (siyah renk kodlu) pluggerın ucuna çalışma boyundan 4 mm kısa olacak şekilde bir lastik stoper takıldı. Sistemin "down pack" kısmının ısı derecesi 200 °C'ye ayarlandıktan sonra sistem aktive edilerek, plugger kök kanalında lastik stoper ile belirlenen boya ulaşıncaya kadar ilerletildi ve aktivasyon sona erdirildi (şekil 18).



Şekil 18. “Down pack” işleminin yapılışı

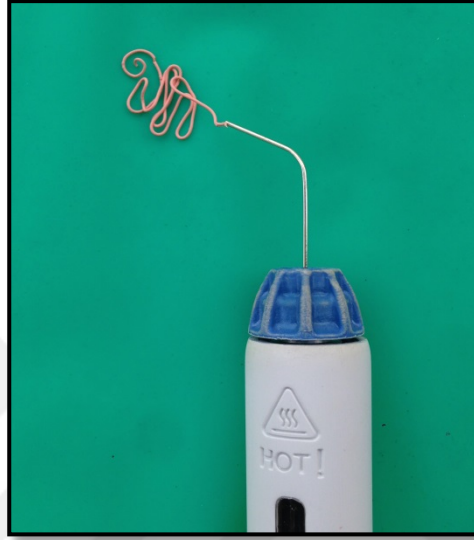
Plugger bu boyda 10 sn kadar bekletildikten sonra 1 sn aktive edilip kök kanalından dışarı çıkarılarak koronal guta-perka uzaklaştırıldı. Daha sonra apikalde kalan guta-perka uygun boyuttaki soğuk bir el pluggeri (Dentsply Maillefer) ile kompakte edilerek, vertikal kompaksiyon tekniğinin “down pack” kısmı tamamlanmış oldu (Şekil 19).



Şekil 19. Vertikal kompaksiyon tekniğine uygun olarak “down pack” yapılmış örneğin radyografisi

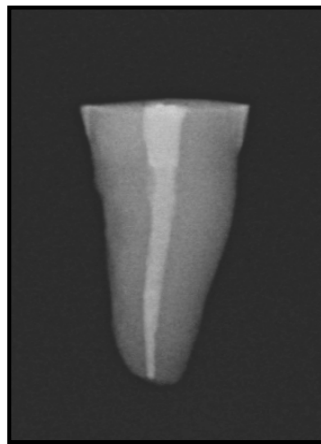
“Down pack” işleminden sonra Calamus Dual 3D Obturation System’in back-fill kısmına sisteme ait kanül kalınlığı 23 Gauge olan guta-perka kartuşu yerleştirildi (Şekil 20). Sistemin “backfill” kısmının ısı derecesi 160 °C’ye ayarlandı. Kartuşun

üzerinde bulunan kanül bükülerek apikaldeki kanal dolgusuna temas edecek şekilde kök kanalına yerleştirildi. Bu şekilde kök kanalında var olan guta-perkanın ısınması için 10 sn bekletildikten sonra sistem aktive edilip kök kanalının geri kalan kısmı akışkan kıvamda guta-perka ile kanül koronale doğru geri çekilerek dolduruldu. Daha sonra uygun bir el pluggerı ile sıcak olan guta-perka vertikal yönde kompakte edilerek, vertikal kompaksiyon tekniğinin “backfill” kısmı tamamlanmış oldu.



Şekil 20. Backfill kısmına yerleştirilmiş kanül çapı 23 Gauge olan guta-perka kartuşunun aktivasyonu

Kök kanal dolgusu tamamlanmış örneklerin, kanal dolgu kalitesinin belirlenmesi amacıyla, örneklerden MD ve BP yönde dijital radyografiler alındı. Kök kanal dolgusunda boşluk, eksiklik ve/veya taşkınlık olan örnekler yenileri ile değiştirildi (Şekil 21).



Şekil 21. Vertikal kompaksiyon tekniğine uygun olarak doldurulmuş örneğin radyografisi

Kök kanal dolgu işlemi biten örneklerin koronal 2 mm'lik bölümü sıcak aletler ile uzaklaştırıldıktan sonra Cavit G (3M Espe, Seefeld, Almanya) geçici dolgu materyali ile kapatıldı. Dişler, kök kanal patının sertleşmesi için 37 °C'ye ayarlanan etüv içerisinde %100 nemli ortamda iki hafta boyunca bekletildi.

3.4. Kök Kanallarının Boşaltılması

İki hafta sonunda geçici dolgu materyali uzaklaştırıldı ve kökler rastgele her birinde 40 adet örnek olacak şekilde 6 farklı gruba ayrıldı. Kök kanallarının boşaltılması için her biri 10 set olacak şekilde 6 farklı NiTi döner alet sisteminden yararlanıldı (Tablo 1), (Şekil 22). Sırasıyla; PTN (Grup 1), TFA (Grup 2), Reciproc (Grup 3), PTR (Grup 4), R-Endo (Grup 5), Mtwo R (Grup 6) NiTi döner alet sistemlerinin eğeleri kullanıldı. Her bir NiTi döner alet seti en fazla 4 adet örnekte kullanıldı. Guta-perkanın uzaklaştırılması için herhangi bir kimyasal çözücü veya ısıl işlem kullanılmadı. Kök kanal boşaltılmasına kanal içerisinde ve/veya NiTi eğelerin üzerinde dolgu materyal artığı kalmayana kadar devam edildi.

Tablo 1. Deney grupları dağılımı

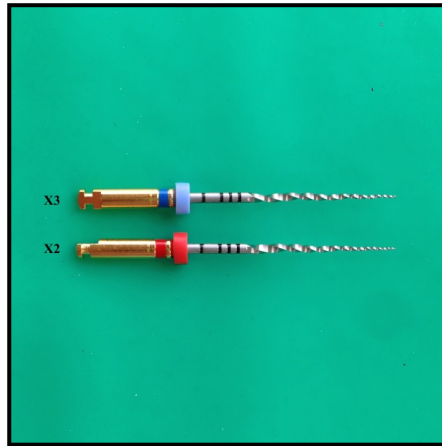
Grup No	Diş Sayısı	NiTi Döner Alet Sistemi	Set Sayısı
Grup 1	40	ProTaper NEXT	10
Grup 2	40	Twisted File Adaptive	10
Grup 3	40	Reciproc	10
Grup 4	40	ProTaper Universal Retreatment	10
Grup 5	40	R-Endo	10
Grup 6	40	Mtwo R	10



Şekil 22. Çalışmamızda kullandığımız NiTi döner alet sistemleri; 1: PTN, 2: TFA, 3: Reciproc, 4: PTN, 5: R-Endo, 6: Mtwo R

3.4.1. Grup 1: ProTaper NEXT

Bu gruptaki kanal dolguları PTN döner alet sisteminin X3 (30.07) ve X2 (25.06) eğeleri kullanılarak boşaltıldı (Şekil 23).



Şekil 23. PTN NiTi döner alet sisteminin X2 ve X3 eğeleri

Eğeler, VDW Reciproc Gold endodontik motorunun “DR’S CHOICE” programında üretici firmanın önerdiği 300 rpm hız ve 200 gcm⁻¹ tork değerlerinde kullanıldı (Şekil 24).

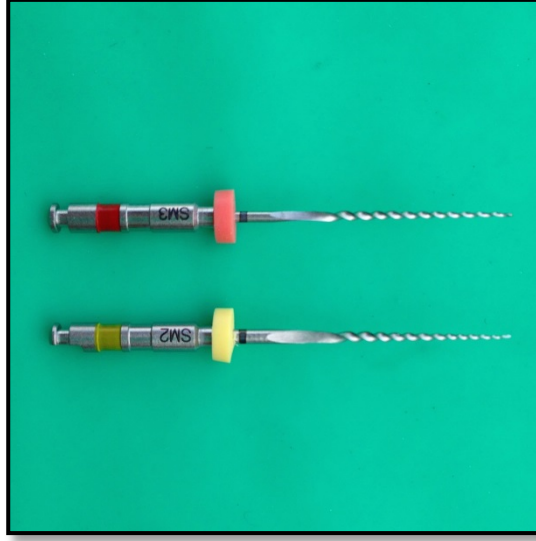


Şekil 24. Çalışmamızda kullandığımız VDW Reciproc GOLD endodontik motor

İlk önce X3 eğesi, kanalın koronal ve orta üçlüsünde bulunan guta-perkayı çıkartmak için fırçalama hareketi ve nazıkçe ileri geri hareketler ile kullanıldı. Daha sonra X2 eğesi çalışma boyuna ulaşana kadar fırçalama hareketi ile kullanıldı. Eğeler kanalda ilerlemekte zorlandıkları zaman, kanaldan çıkarılarak üzerindeki artıklar gazlı bir bez yardımıyla temizlendi. Kanal %5.25’lik NaOCl solüsyonu ile yıkandı.

3.4.2. Grup 2: Twisted File Adaptive

Bu gruptaki kanal dolguları TFA döner alet sisteminin SM3 (35.04) ve SM2 (25.06) eğeleri kullanılarak boşaltıldı (Şekil 25). Eğeler üretici firma talimatlarına uygun olarak Elements Motor (SybronEndo) endodontik motorunun hafızasında bulunan “TF Adaptive” programında kullanıldı.



Şekil 25. TFA NiTi döner alet sisteminin SM2 ve SM3 eğeleri

İlk önce SM3 eğesi, kanalın koronal ve orta üçlüsünde bulunan guta-perkayı çıkartmak için ileri geri nazik hareketler ile apikale doğru baskı yapılmadan kullanıldı. Daha sonra SM2 eğesi çalışma boyuna ulaşana kadar aynı şekilde kullanıldı. Eğeler kanalda ilerlemekte zorlandıkları zaman, kanaldan çıkarılarak üzerindeki artıklar gazlı bir bez yardımıyla temizlendi ve kanal %5.25'lik NaOCl solüsyonu ile yıkandı.

3.4.3. Grup 3: Reciproc

Bu gruptaki kanal dolguları Reciproc NiTi döner alet sisteminin R25 (25.08) eğesi kullanılarak boşaltıldı (Şekil 26).

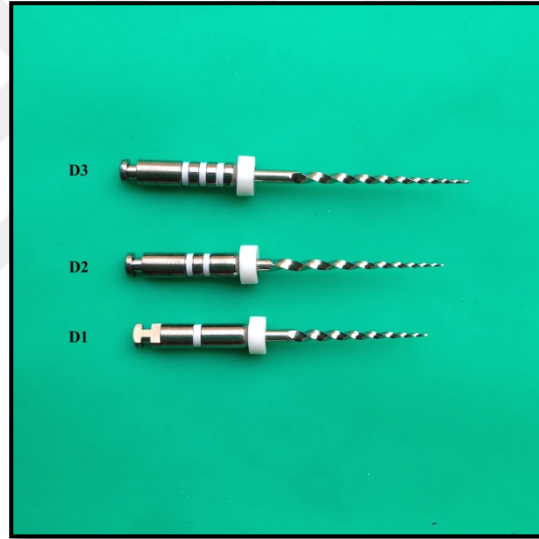


Şekil 26. Reciproc R25 eğesi

Eğe üretici firma talimatlarına uygun olarak VDW Reciproc Gold endodontik motorun hafızasında bulunan “Reciproc ALL” programında kullanıldı. Eğe, kök kanalı boyunca ileri geri gagalama hareketi (pecking motion) ile kullanıldı. Eğe kanal içerisinde zorlandığı durumlarda kanal duvarlarına doğru yapılan fırçalama hareketi ile rahatlatıldı. Kanal içerisinde her 3 mm’lik ilerleyişten sonra eğe kanaldan çıkartılarak, üzerindeki artıklar gazlı bir bez yardımıyla temizlendi ve kanal %5.25’lik NaOCl solüsyonu ile yıkandı.

3.4.4. Grup 4: ProTaper Universal Retreatment

Bu gruptaki kanal dolguları ProTaper Universal Retreatment NiTi döner alet sisteminin D1 (30.09), D2 (25.08) ve D3 (20.07) eğeleri kullanılarak boşaltıldı (Şekil 27).



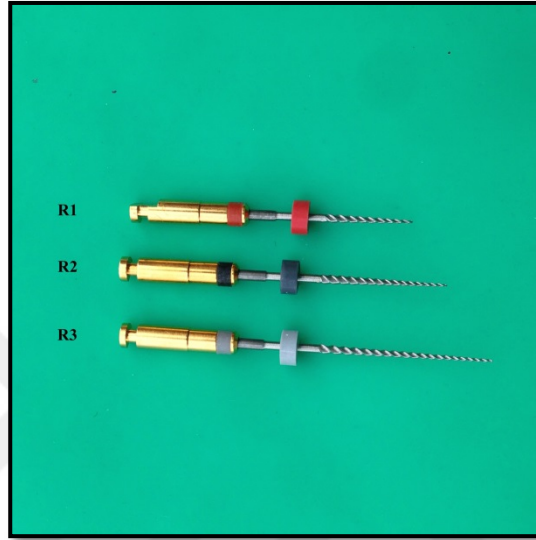
Şekil 27. PTR NiTi döner alet sistemi

Eğeler, VDW Reciproc Gold endodontik motorunun “DR’S CHOICE” programında üretici firmanın önerdiği hız ve tork değerleri ile kullanıldı. D1 ve D2 eğesi 550 rpm hız ve 200 gcm⁻¹ tork değeri ile, D3 eğesi ise 250 rpm hız ve 150 gcm⁻¹ tork değeri ile kullanıldı. İlk önce D1 eğesi ve ardından D2 eğesi kanalın koronal ve orta üçlüsünde bulunan guta-perkayı çıkartmak için fırçalama hareketi ve ileri geri nazik hareketler ile kullanıldı. Daha sonra D3 eğesi fırçalama hareketi ile çalışma boyuna ulaşana kadar kullanıldı. Eğeler kanalda ilerlemekte zorlandıkları zaman, kanaldan

ıkarılarak üzerindeki artıklar gazlı bir bez yardımıyla temizlendi ve kanal %5.25'lik NaOCl solüsyonu ile yıkandı.

3.4.5. Grup 5: R-Endo

Bu gruptaki kanal dolguları R-Endo NiTi döner alet sisteminin R1 (25.08), R2 (25.06) ve R3 (25.04) eğeleri kullanılarak boşaltıldı (Şekil 28).

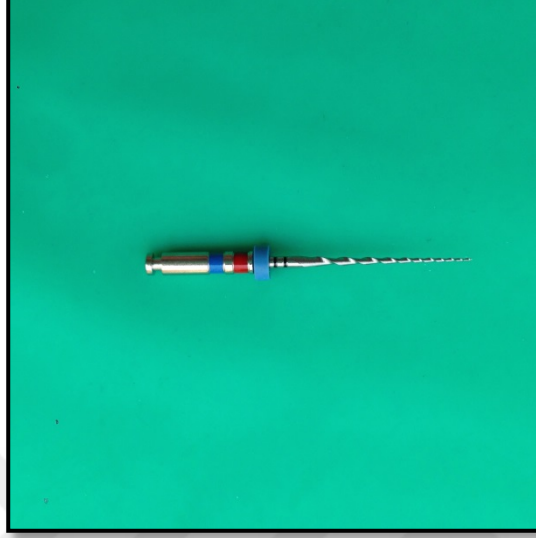


Şekil 28. R-Endo NiTi döner alet sistemi

Eğeler, VDW Reciproc Gold endodontik motorunun “DR’S CHOICE” programında üretici firmanın önerdiği 300 rpm hız ve 200 gcm^{-1} tork değeri ile kullanıldı. R1 eğesi kanalın koronal bölümünde, R2 eğesi orta bölümünde ve R3 eğesi çalışma boyunda bulunan guta-perkayı çıkartmak için firalama hareketi ve ileri geri nazik hareketler ile kullanıldı. Eğeler kanalda ilerlemekte zorlandıkları zaman, kanaldan çıkarılarak üzerindeki artıklar gazlı bir bez yardımıyla temizlendi ve kanal %5.25'lik NaOCl solüsyonu ile yıkandı.

3.4.6. Grup 6: Mtwo R

Bu gruptaki kanal dolguları Mtwo R NiTi döner alet sisteminin R25/.05 eğesi kullanılarak boşaltıldı (Şekil 29).



Şekil 29. Mtwo R NiTi döner alet sisteminin R25/.05 eğesi

Eğе, VDW Reciproc Gold endodontik motorunun hafızasında bulunan “Mtwo Retreatment R25/.05” programında üretici firmanın önerdiği 280 rpm hız ve 120 gcm^{-1} tork değerlerinde kullanıldı. R25/.05 eğesi fırçalama hareketi ile çalışma boyuna ulaşana kadar kullanıldı. Eğе kanalda ilerlemekte zorlandığı zaman, kanaldan çıkarılarak üzerindeki artıklar gazlı bir bez yardımıyla temizlendi ve kanal %5.25’lik NaOCl solüsyonu ile yıkandı.

Kök kanallarının boşaltılması sırasında oluşan alet kırıkları ve kırıkların kaç kullanımından sonra meydana geldiği not edildi. Her gruptan 10’ar adet olmak üzere toplam 60 adet NiTi eğе, kanal dolgusunun boşaltılması esnasında yüzeylelerinde oluşan deformasyonların incelenmesi amacıyla seçildi (Tablo 2). Standardizasyonu sağlamak amacıyla her gruptan apikal çapı #25 olan NiTi eğeler seçildi. Seçilen NiTi eğeler üzerindeki artıklar saf alkol içeren ultrasonik banyoda 90 saniye boyunca temizlendi ve eğeler $121 \text{ }^\circ\text{C}$ ’de 20 dakika boyunca otoklavda steril edildi. Çalışmamızda uygulanan tüm deneysel işlemler tek bir operatör tarafından yapıldı.

Tablo 2. Taramalı elektron mikroskopunda incelenen NiTi eğeler

Grup No	NiTi Döner Alet Sistemi
Grup 1	X2 (25.06)
Grup 2	SM2 (25.06)
Grup 3	R25 (25.08)
Grup 4	D2 (25.08)
Grup 5	R2 (25.06)
Grup 6	R25/.05 (25.05)

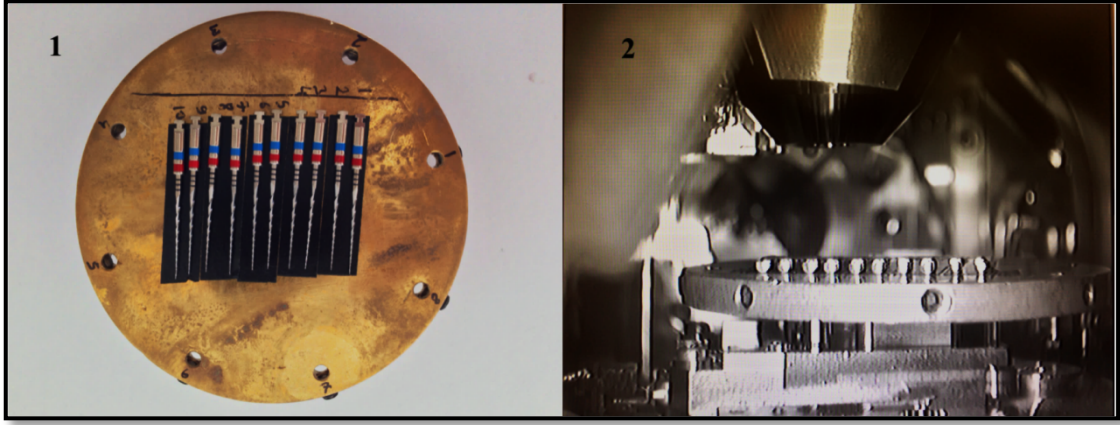
3.5. SEM İncelemesi

Hazırlanan eğelerin incelenmesi için Ondokuz Mayıs Üniversitesi KİTAM'nde bulunan SEM (JEOL, JSM-7001F, Tokyo, Japonya) kullanıldı (Şekil 30).



Şekil 30. Çalışmamızda kullandığımız SEM

Eğeler incelenmek üzere gruplarına göre SEM cihazının tutucu parçasına olukları yukarı bakacak şekilde yatay olarak yerleştirildi (Şekil 31).



Şekil 31. 1: NiTi eğelerin SEM cihazının tutucu parçasına yerleştirilmesi, 2: Eğelerin SEM ile yatay olarak incelenmesi

Her bir grupta bulunan eğelerin x25 büyütme altında genel fotomikrograflar alındı. Daha sonra her bir eğenin, koronal, orta ve apikal bölümlerinden x100 büyütme altında fotomikrograflar alındı. Standardizasyonu sağlamak amacı ile aynı gruptaki eğelerin aynı sarmalından fotomikrograflar alındı. Bu amaçla koronalden itibaren olmak üzere; PTN X2 eğesinin 2., 8. ve 14.; TFA SM2 eğesinin 2., 5. ve 10.; Reciproc R25 eğesinin 2., 5. ve 8.; PTR D2 eğesinin 2., 7. ve 11.; R-Endo R2 eğesinin 2., 10. ve 18.; Mtwo R25/.05 eğesinin 2., 6. ve 11. sarmallarından fotomikrograflar alındı. SEM incelemesi sırasında gözlemlenen mikro çatlak, kopma gibi deformasyonlar için x30'dan x5000'e kadar değişen büyütme kullanıldı. Daha sonra eğeler SEM cihazının tutucu parçasına dik olarak yerleştirildi ve eğelerin uç kısımları x300 büyütme altında incelendi. Ayrıca, kullanım sırasında uç kısmında kırık meydana gelen eğelerden, kırık tipinin belirlenmesi amacıyla dik pozisyonda x300'dan x2000'e kadar değişen büyütme fotomikrograflar alındı. Bütün fotomikrograf alma işlemleri 15 kV' da yapıldı. Tüm eğelerden toplamda 476 adet fotomikrograf elde edildi.

3.6. SEM Görüntülerinin Değerlendirilme Kriterleri

Eğelerden x25 büyütme altında alınan genel fotomikrograflar Sattapan ve ark. (2000) tarafından geliştirilen skalaya göre sınıflandırıldı (Tablo 3). Bu skorlama işlemi birbirinden bağımsız 3 ayrı gözlemci tarafından yapıldı.

Tablo 3. NiTi eğelerin deformasyon durumunun genel sınıflandırılmasında kullanılan skala (Sattapan ve ark. 2000)

NiTi Eğelerin Genel Durumu
Eğede herhangi bir bozulma yok
Eğede sarmal açılması mevcut
Eğede eğilme ve/veya bükülme mevcut
Eğede kırılma mevcut

Eğelerin koronal, orta ve apikal bölümlerinden alınan fotomikrograflar Troian ve ark. (2006) tarafından geliştirilen sınıflamaya göre yüzey deformasyonu varlığı yönünden skorlandı (Tablo 4). Bu skorlama işlemi de 3 ayrı gözlemci tarafından yapıldı.

Kırık eğelerin uçlarından alınan fotomikrograflar Cheung ve ark. (2005)'nın yaptığı kırık tipi sınıflamasına göre “döngüsel” veya “torsiyonel” olarak sınıflandırıldı.

Tablo 4. NiTi eğelerin yüzey deformasyon derecelerinin skorlanmasında kullanılan sınıflama (Troian ve ark. 2006)

Skor	Yüzey Deformasyon Durumu
1	İzlenen bölgede herhangi bir defekt ve/veya deformasyon yok
2	İzlenen bölgede 1 ile 3 arası defekt ve/veya deformasyon mevcut
3	İzlenen bölgede 4 ile 5 arası defekt ve/veya deformasyon mevcut
4	İzlenen bölgede 5'den fazla defekt ve/veya deformasyon mevcut

3.7. İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen verilere Kolmogorov Smirnov normallik testi uygulanarak verilerin normal dağılım göstermediği belirlendi. Grupların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis H testi kullanıldı. Grup içi çoklu karşılaştırmalarda Dunn testi uygulandı. Tanımlayıcı istatistikler ve grup karşılaştırmaları için SPSS 21 (Chicago, IL, ABD) ve Minitab (Minitab Inc., State College, ABD) paket programlarından yararlanıldı. Ayrıca, istatistiksel analizler için önem seviyesi $\alpha = 0,05$ olarak kabul edildi.



4. BULGULAR

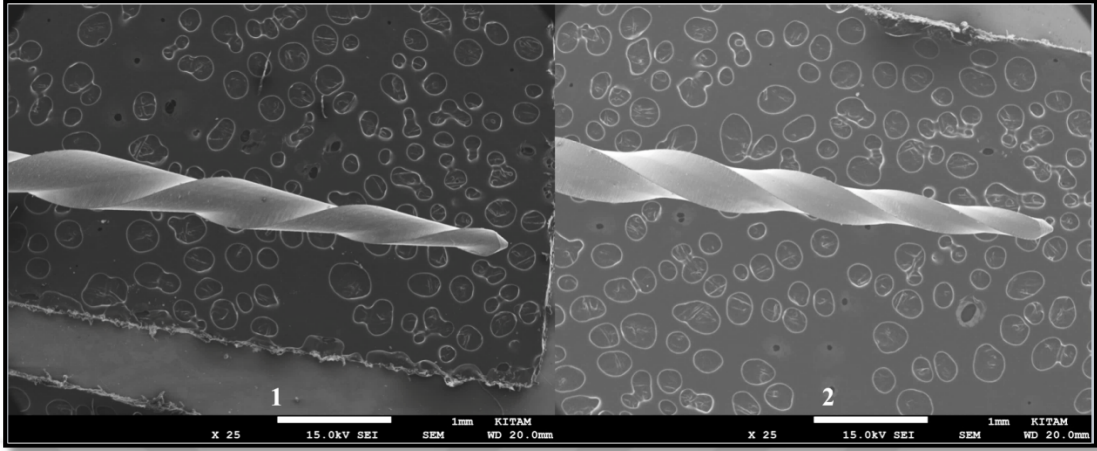
4.1. NiTi Eğelerin Deformasyon Durumunun Genel Karşılaştırması

NiTi eğelerin SEM ile x25 büyütme altında alınan genel fotomikrografları incelendi. Değerlendirme sonucunda elde edilen değerler yüzde ve adet olarak Tablo 5’de gösterilmektedir.

Tablo 5. NiTi eğelerin genel durumun değerlendirilmesi

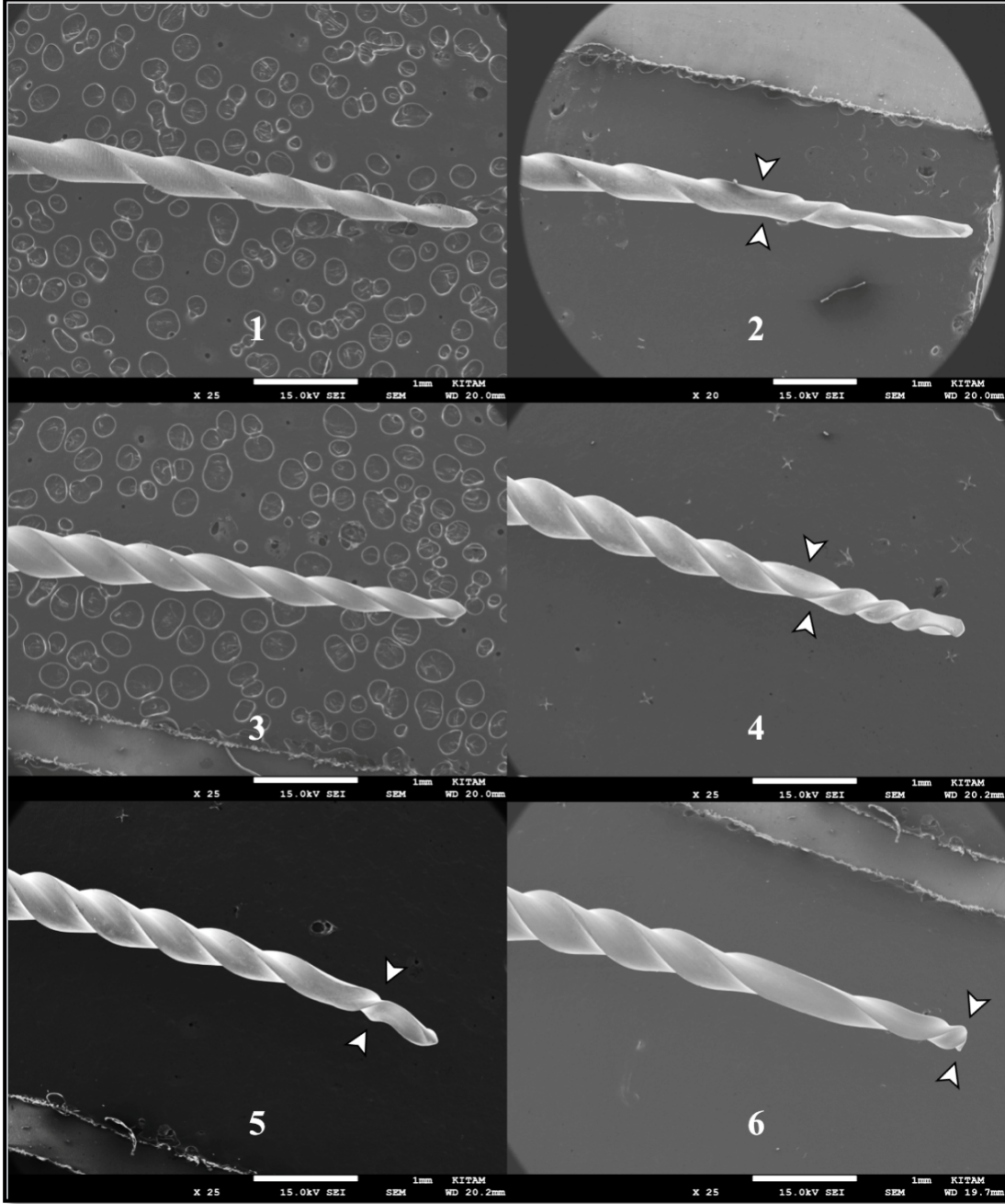
Grup	Defekt Yok	Sarmal Açılması	Eğilme / Bükülme	Kırılma	Toplam
ProTaper NEXT	4 (%40)	1 (%10)	0 (%0)	5 (%50)	10 (%100)
Twisted File Adaptive	0 (%0)	3 (%30)	2 (%20)	5 (%50)	10 (%100)
Reciproc	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	10 (%100)
ProTaper Retreatment	10 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	10 (%100)
R-Endo	4 (%40)	4 (%40)	1 (%10)	1 (%10)	10 (%100)
Mtwo R	5 (%50)	5 (%50)	0 (%0)	0 (%0)	10 (%100)

Reciproc ve ProTaper Retreatment gruplarında bulunan eğelerin hiğbirinde sarmal açılması, eğilme, bükülme veya kırılmaya rastlanmadı (Şekil 32).



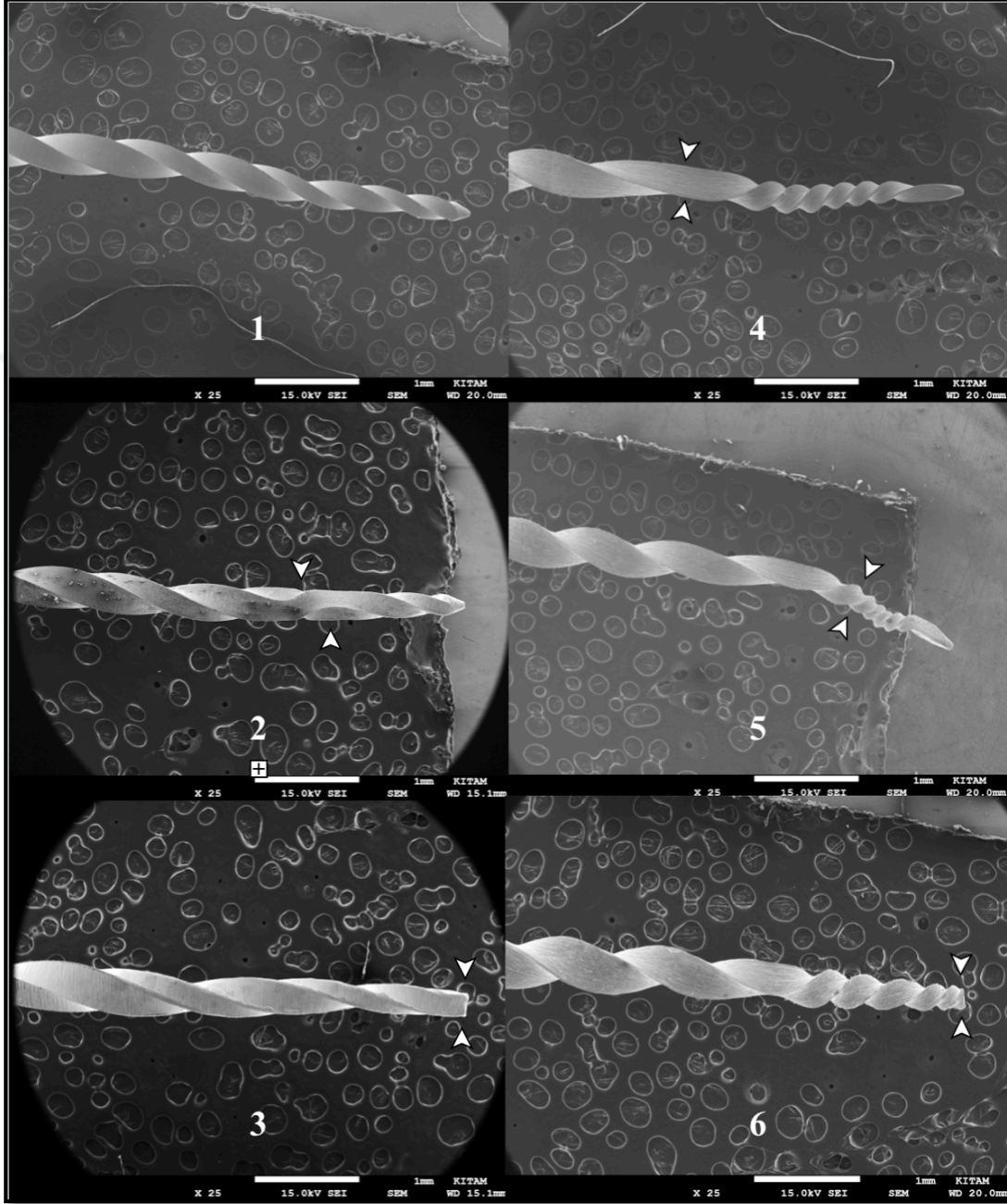
Şekil 32. NiTi eğelerin retreatment sonrası SEM ile x25 büyütme altında alınan genel fotomikrografları;
1: Defekt olmayan Reciproc R25 eğesi, 2: Defekt olmayan PTR D2 eğesi

Mtwo R grubunun yarısında (%50) sarmal açılması gözlemlendi. R-Endo grubunun %40'unda sarmal açılması, %10'unda eğilme ve/veya bükülme ve %10'unda kırılma gözlemlendi (Şekil 33).



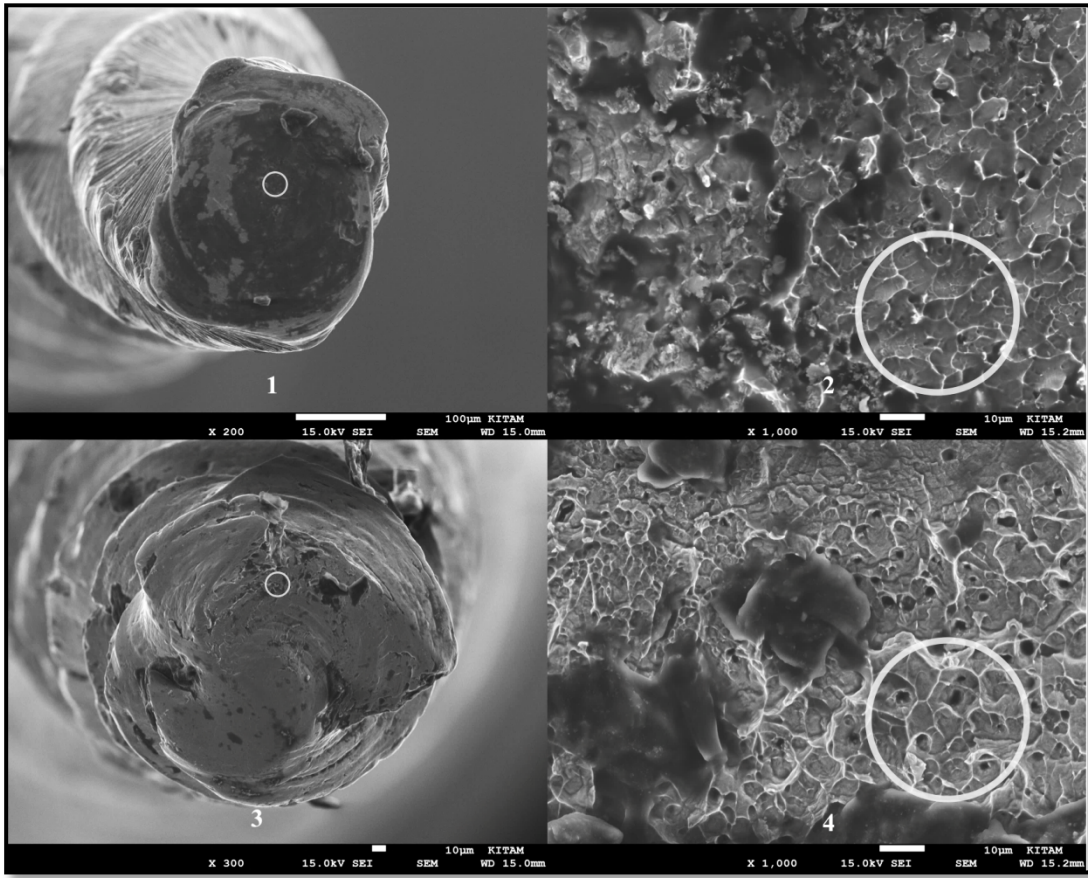
Şekil 33. NiTi eğelerin retreatment sonrası SEM ile x20 ve x25 büyütme altında alınan genel fotomikrografları; **1:** Defekt olmayan Mtwo R R25/.05 eğesi, **2:** Sarmal açılması (beyaz oklar) görülen Mtwo R R25/.05 eğesi, **3:** Defekt olmayan R-Endo R2 eğesi, **4:** Sarmal açılması (beyaz oklar) görülen R-Endo R2 eğesi, **5:** Eğilme/Bükülme (beyaz oklar) görülen R-Endo R2 eğesi, **6:** Kırılma görülen (beyaz oklar) R-Endo R2 eğesi

Genel durum olarak ProTaper NEXT ve Twisted File Adaptive grupları %50 kırılma oranıyla diğer gruplara oranla en fazla kırılmaya maruz kalan gruplar oldukları bulundu (Şekil34).



Şekil 34. NiTi eğelerin retreatment sonrası SEM ile x25 büyütme altında alınan genel fotomikrografları; **1:** Defekt olmayan PTN X2 eğesi, **2:** Sarmal açılması (beyaz oklar) görülen PTN X2 eğesi, **3:** Kırılma (beyaz oklar) görülen PTN X2 eğesi, **4:** Sarmal açılması (beyaz oklar) görülen TFA SM2 eğesi, **5:** Eğilme/Bükülme (beyaz oklar) görülen TFA SM2 eğesi, **6:** Kırılma (beyaz oklar) görülen TFA SM2 eğesi

R-Endo grubunda meydana gelen kırılma 4. kullanımda gözlenirken, ProTaper NEXT grubunda meydana gelen kırılmaların ikisinin 3. kullanım, üçünün ise 4. kullanımda olduğu tespit edildi. Twisted File Adaptive grubunda oluşan kırılmaların ikisi 2. kullanım, ikisi 3. kullanım ve birinin de 4. kullanımda meydana geldiği tespit edildi. Eğelerin uçlarından alınan fotomikrografların incelenmesi ile, kök kanallarının boşaltılması sırasında meydana gelen bütün kırıkların torsiyonel yorulmaya bağlı olarak olduğu belirlendi (Şekil 35).



Şekil 35. NiTi eğelerin retreatment sonrası kırık yüzeylerinden SEM ile alınan fotomikrograflar; **1:** PTN X2 eğesi kırık yüzeyi (beyaz yuvarlak) (x200 büyütme), **2:** PTN X2 eğesi kırık yüzeyi (beyaz yuvarlak) (x1000 büyütme), **3:** TFA SM2 eğesi kırık yüzeyi (beyaz yuvarlak) (x300 büyütme), **4:** TFA SM2 eğesi kırık yüzeyi (beyaz yuvarlak) (x1000 büyütme)

4.2. NiTi Eğelerin Yüzey Deformasyon Durumunun Gruplar Arası

Karşılaştırılması

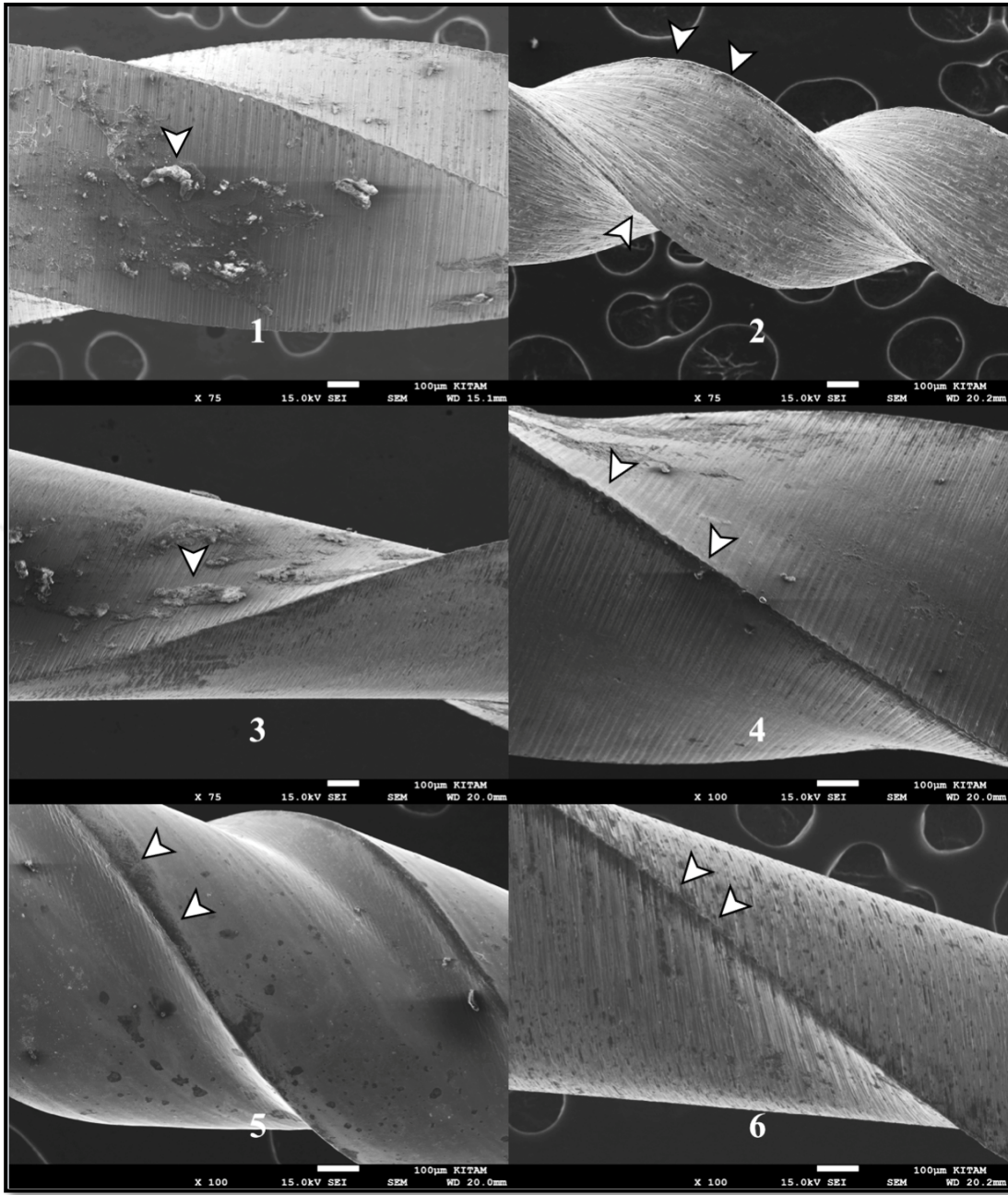
NiTi eğelerin SEM ile x100 büyütme altında apikal, orta ve koronal bölümlerinin aynı sarmalından alınan fotomikrografların skorlanması sonucu ortaya çıkan ortalama ve standart sapma değerleri ile gruplar arası karşılaştırma Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. NiTi eğelerin, apikal, orta ve koronal bölümde gösterdikleri deformasyon skorlarının gruplar arası karşılaştırması (ortalama ve standart sapma değerleri)

Grup	Koronal	Orta	Apikal
ProTaper NEXT	1,8 ± 0,42 ^a	2,7 ± 0,68 ^a	2,8 ± 1,14 ^{ab}
Twisted File Adaptive	2,1 ± 0,88 ^a	2,6 ± 0,7 ^a	3,8 ± 0,42 ^b
Reciproc	1,5 ± 0,53 ^a	1,3 ± 0,48 ^b	1,1 ± 0,32 ^c
ProTaper Retreatment	1,5 ± 0,53 ^a	1,7 ± 0,68 ^b	1,8 ± 0,42 ^{ac}
R-Endo	1,6 ± 0,52 ^a	1,7 ± 0,48 ^b	3,1 ± 0,88 ^b
Mtwo R	1,9 ± 0,32 ^a	1,6 ± 0,52 ^b	1,9 ± 0,57 ^{ac}
<i>P</i>	0,164	< 0,001	< 0,001

* Aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiksel fark yoktur ($P > 0,05$)

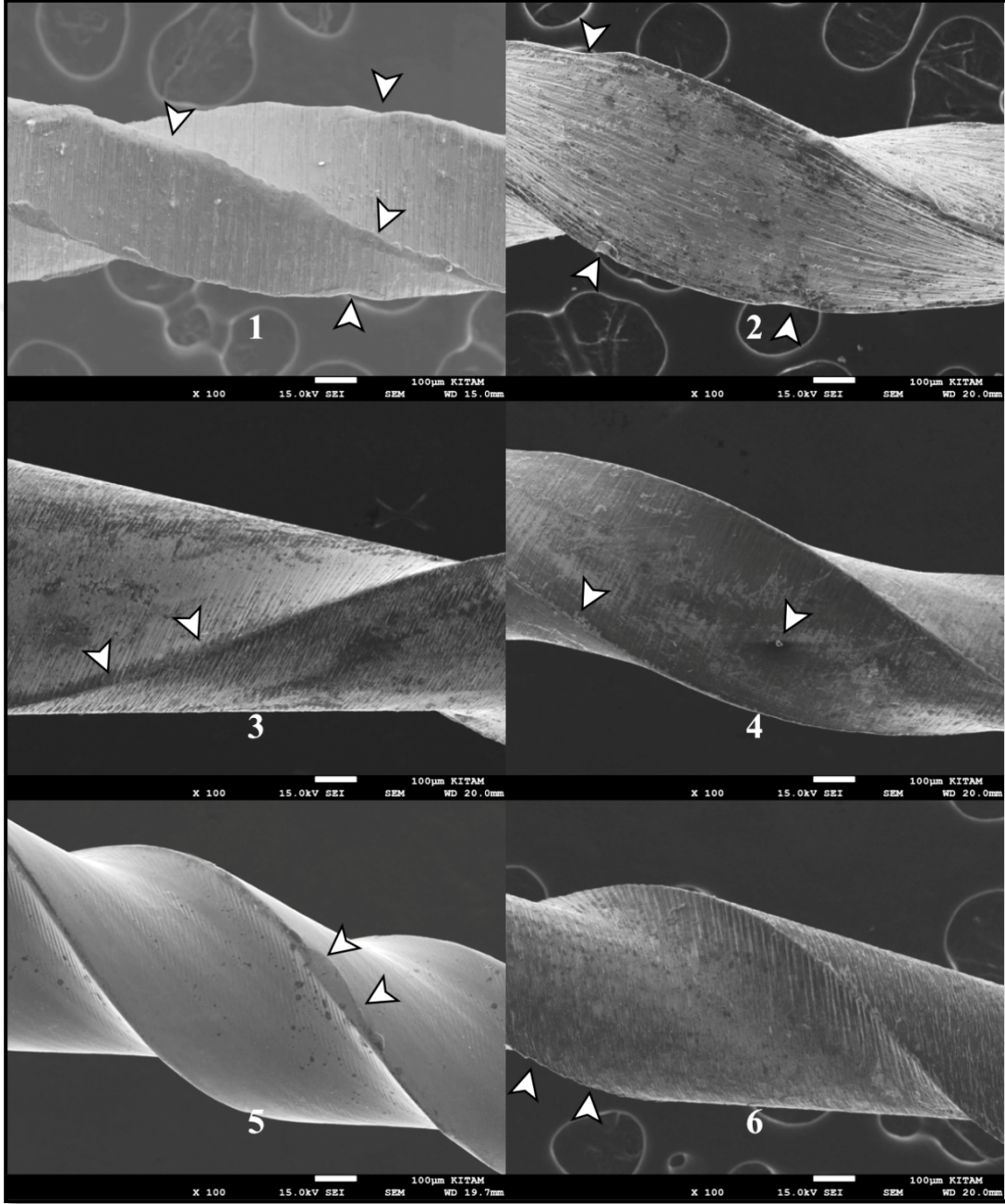
Çalışmamızda kullandığımız NiTi eğeler koronal bölümlerinde meydana gelen yüzey deformasyonları açısından karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($P > 0,05$). Bununla beraber koronal bölümde en fazla deformasyona uğrayan grup 1,9 ± 0,88 ortalama değer ile Twisted File Adaptive olurken, en az deformasyona uğrayan eğe grubu 1,5 ± 0,53 ortalama değer ile Reciproc ve PTR oldu (Şekil 36).



Şekil 36. NiTi eğelerin retreatment sonrası koronal bölümlerinin SEM ile x75 ve x100 büyütmede alınan fotomikrografları; **1:** PTN X2 eğesinin yüzeyinde debris (beyaz ok), **2:** TFA SM2 eğesinin kesici kenarına görülen bozulma (beyaz oklar), **3:** Reciproc R25 eğesinin yüzeyinde debris (beyaz ok), **4:** PTR D2 eğesinin kesici kenarına görülen bozulma (beyaz oklar), **5:** R-Endo R2 eğesinin kesici kenarına görülen bozulma (beyaz oklar), **6:** Mtwo R R25/.05 eğesinin kesici kenarına görülen bozulma (beyaz oklar)

NiTi eğeler orta bölümlerinde meydana gelen yüzey deformasyonu açısından karşılaştırıldığında, ProTaper NEXT (ortalama $2,7 \pm 0,68$) ve Twisted File Adaptive

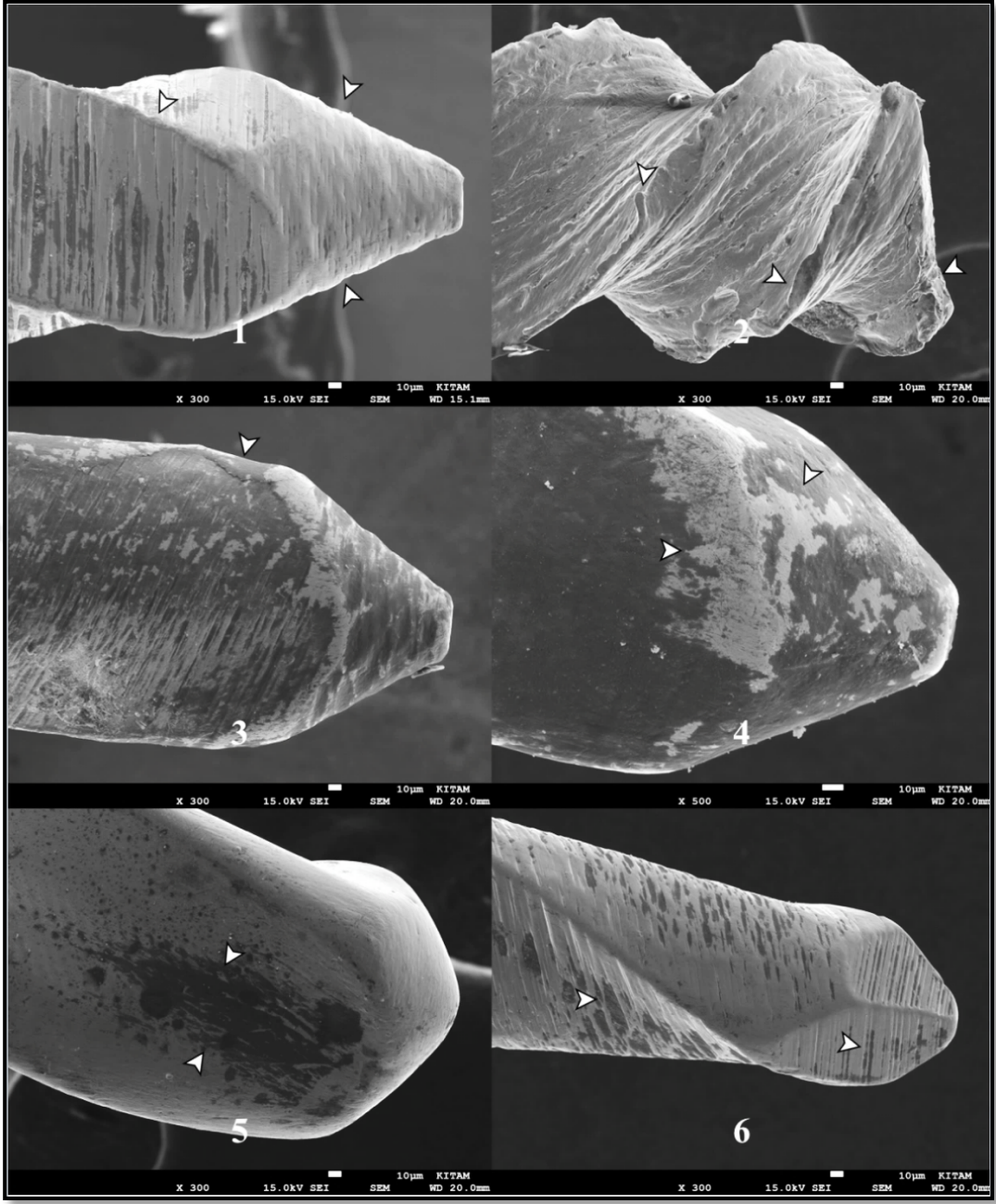
(ortalama $2,6 \pm 1,14$) gruplarının diğere gruplara göre daha fazla deformasyona uğradığı belirlendi. Gruplar arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu ($P < 0,001$). Orta bölümde en az deformasyona uğrayan eğe grubu $1,3 \pm 0,48$ ortalama değere ile Reciproc oldu (Şekil 37).



Şekil 37. NiTi eğelerin retreatment sonrası orta bölümlerinin SEM ile x100 büyütmede alınan fotomikrograflarında görülen kesici kenar bozulması (beyaz oklar); **1:** PTN X2 eğesi, **2:** TFA SM2 eğesi, **3:** Reciproc R25 eğesi **4:** PTR D2 eğesi, **5:** R-Endo R2 eğesi, **6:** Mtwo R R25/.05 eğesi

NiTi eğeler apikal b6l6mlerinde meydana gelen y6zey deformasyonu açısından karşılaştırıldığında, Reciproc, ProTaper Retreatment ve Mtwo R gruplarının diğer gruplardan daha az deformasyona uğradığı tespit edildi. Gruplar arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu ($P < 0,001$). Yine apikal b6l6mde ProTaper Retreatment ve Mtwo R gruplarının, R-Endo ve Twisted File Adaptive gruplarından daha az deformasyona uğradığı belirlendi. Gruplar arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu ($P < 0,001$) (şekil 38).





Şekil 38. NiTi eğelerin retreatment sonrası apikal bölümlerinin SEM ile x300 ve x500 büyütme altında alınan fotomikrografları; **1:** PTN X2 eğesinin kesici kenarına görülen bozulma (beyaz oklar), **2:** TFA SM2 eğesinin yüzeyinde meydana gelen deformasyon (beyaz oklar), **3:** Reciproc R25 eğesinin kesici kenarına görülen bozulma (beyaz ok), **4:** PTR D2 eğesinin yüzeyinde meydana gelen aşınma (beyaz oklar), **5:** R-Endo R2 eğesinin yüzeyinde meydana gelen aşınma (beyaz oklar), **6:** Mtwo R R25/.05 eğesinin yüzeyinde meydana gelen aşınma (beyaz oklar)

4.3. NiTi Eğelerin Yüzey Deformasyon Durumunun Grup İçi

Karşılaştırılması

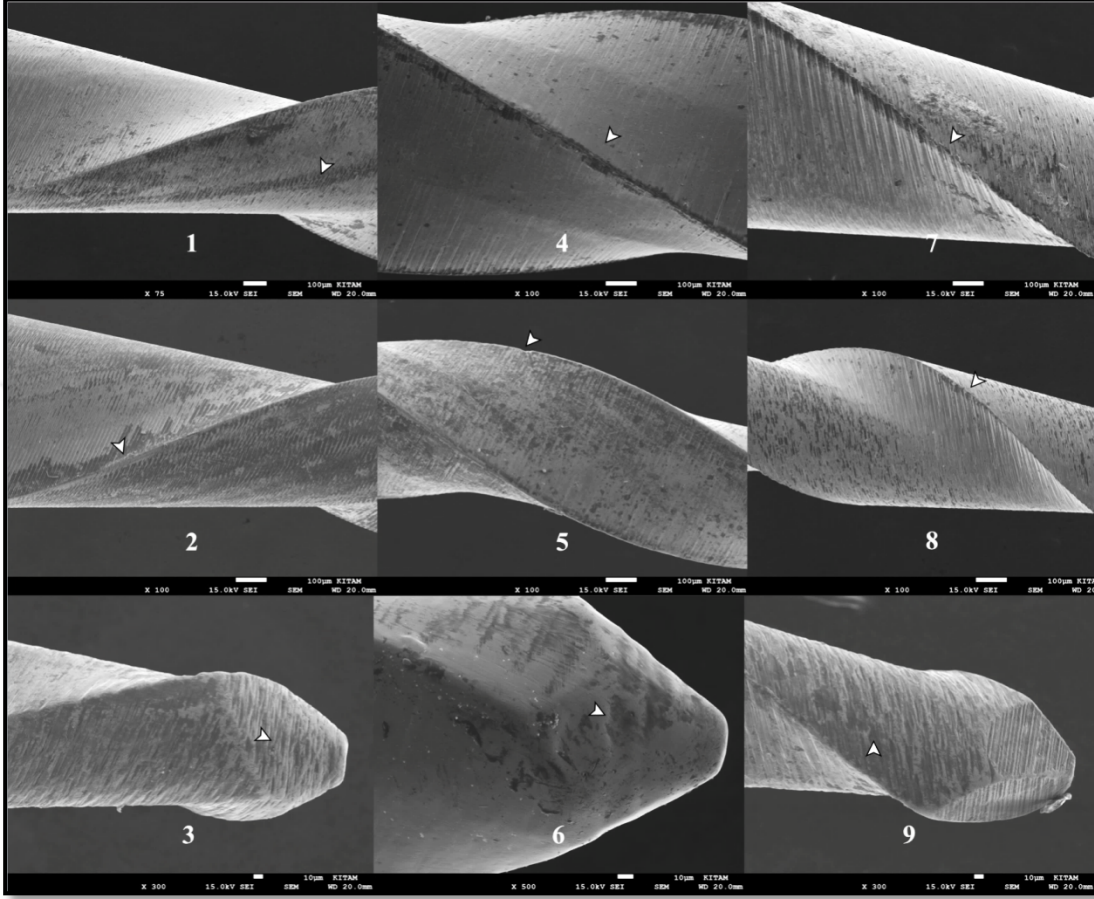
NiTi eğelerin SEM ile x100 büyütme altında apikal, orta ve koronal bölümlerinden alınan fotomikrografların skorlanması sonucu ortaya çıkan ortalama ve standart sapma değerleri ile grup içi karşılaştırması Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7. NiTi eğelerin, apikal, orta ve koronal bölümde gösterdikleri deformasyonun grup içi karşılaştırması (ortalama ve standart sapma değerleri)

Grup	Koronal	Orta	Apikal	<i>P</i>
ProTaper NEXT	1,8 ± 0,42 ^a	2,7 ± 0,68 ^b	2,8 ± 1,14 ^b	0,044
Twisted File Adaptive	2,1 ± 0,88 ^a	2,6 ± 0,7 ^a	3,8 ± 0,42 ^b	< 0,001
Reciproc	1,5 ± 0,53 ^a	1,3 ± 0,48 ^a	1,1 ± 0,32 ^a	0,233
ProTaper Retreatment	1,5 ± 0,53 ^a	1,7 ± 0,68 ^a	1,8 ± 0,42 ^a	0,611
R-Endo	1,6 ± 0,52 ^a	1,7 ± 0,48 ^a	3,1 ± 0,88 ^b	0,002
Mtwo R	1,9 ± 0,32 ^a	1,6 ± 0,52 ^a	1,9 ± 0,57 ^a	0,413

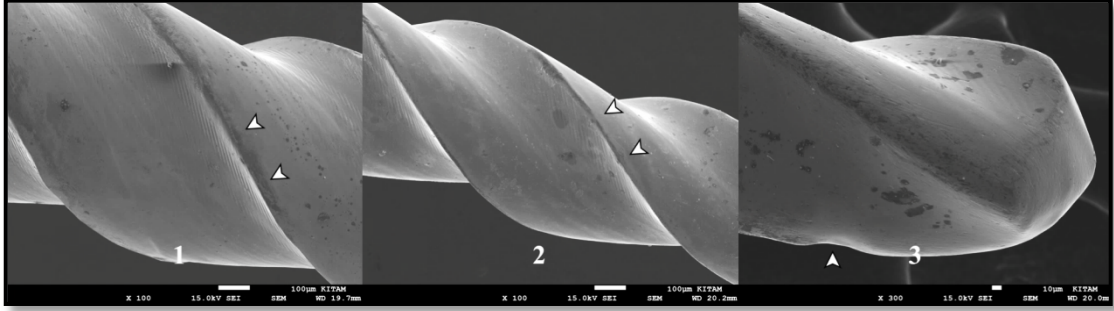
* Aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiksel fark yoktur (*P* > 0,05)

Reciproc, ProTaper Retreatment ve Mtwo R gruplarının kendi içerisinde koronal, orta ve apikal bölümlerinde meydana gelen yüzey deformasyonu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($P > 0,05$) (Şekil 37).



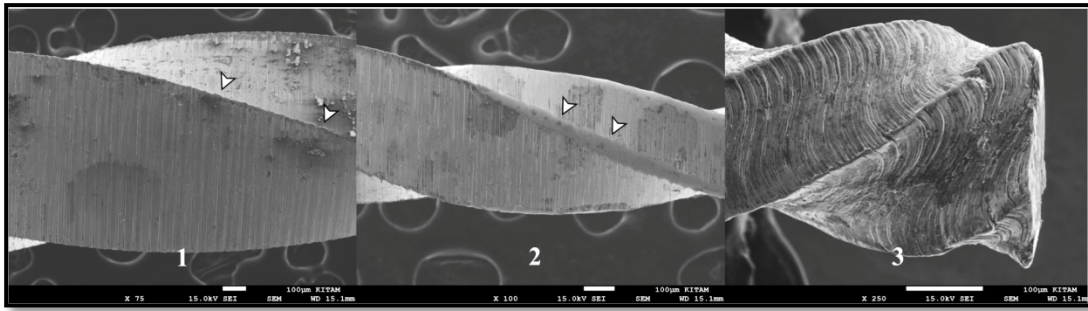
Şekil 39. NiTi eğelerin retreatment sonrası koronal, orta ve apikal bölümlerinin SEM ile alınan fotomikrografları; **1:** Reciproc R25 eğesinin koronal bölümünde meydana gelen aşınma (beyaz ok) (x75), **2:** Reciproc R25 eğesinin orta bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz ok) (x100), **3:** Reciproc R25 eğesinin apikal bölümünde meydana gelen aşınma (beyaz ok) (x300), **4:** PTR D2 eğesinin koronal bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz ok) (x100), **5:** PTR D2 eğesinin orta bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz ok) (x100), **6:** PTR D2 eğesinin apikal bölümünde meydana gelen aşınma (beyaz ok) (x500), **7:** Mtwo R R25/.05 eğesinin koronal bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz ok) (x 100), **8:** Mtwo R R25/.05 eğesinin orta bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz ok) (x100), **9:** Mtwo R R25/.05 eğesinin apikal bölümünde meydana gelen aşınma (beyaz ok) (x300)

R-Endo grubunda en fazla deformasyonun apikal bölümde meydana geldiği tespit edildi. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P < 0,05$). Koronal ve orta bölümde meydana gelen deformasyon bakımından bölümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($P > 0,05$) (Şekil 40)



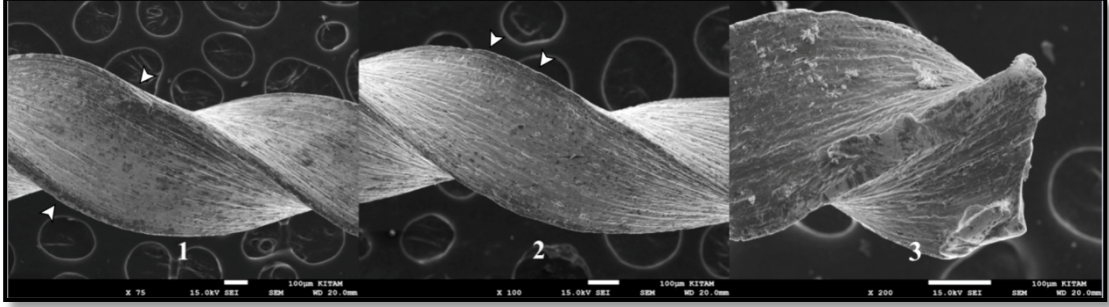
Şekil 40. R-Endo R2 NiTi eğesinin retreatment sonrası koronal, orta ve apikal bölümlerinin SEM ile alınan fotomikrografları; **1:** Eğenin koronal bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz oklar) (x100), **2:** Eğenin orta bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz oklar) (x100), **3:** Eğenin apikal bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz ok) (x300)

ProTaper NEXT grubunda en az deformasyonun koronal bölümde meydana geldiği tespit edildi. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P < 0,05$). Orta ve apikal bölümde meydana gelen deformasyon bakımından bölümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($P > 0,05$) (Şekil 41).



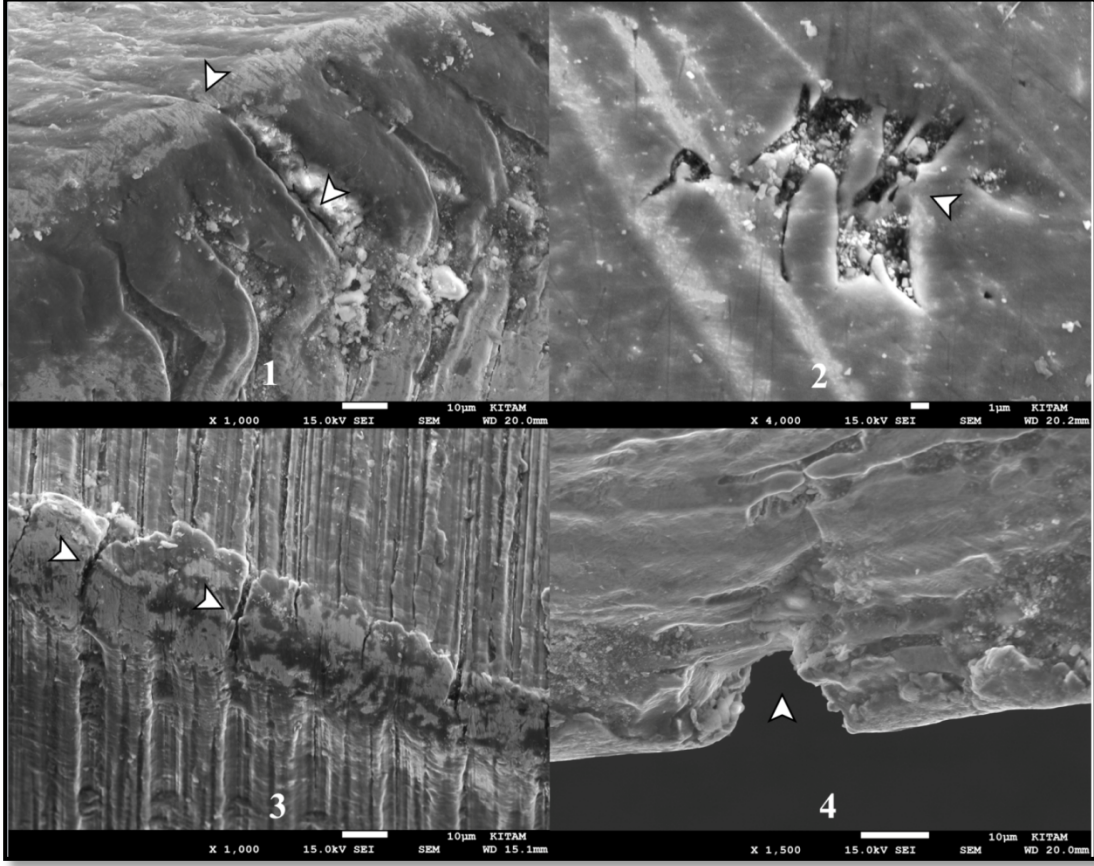
Şekil 41. PTN X2 NiTi eğesinin retreatment sonrası koronal, orta ve apikal bölümlerinin SEM ile alınan fotomikrografları; **1:** Eğenin koronal bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz oklar) (x75), **2:** Eğenin orta bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz oklar) (x100), **3:** Eğenin apikal bölümünde meydana gelen kırılma (x250)

Twisted File Adaptive grubunda en fazla deformasyonun apikal bölümde meydana geldiği tespit edildi ($P < 0,001$). Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P < 0,05$). Koronal ve orta bölümde meydana gelen deformasyonu bakımından bölümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($P > 0,05$) (Şekil 42).



Şekil 42. TFA SM2 NiTi eğesinin retreatment sonrası koronal, orta ve apikal bölümlerinin SEM ile alınan fotomikrografları; **1:** Eğenin koronal bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz oklar) (x75), **2:** Eğenin orta bölümünde meydana gelen kesici kenar bozulması (beyaz oklar) (x100), **3:** Eğenin apikal bölümünde meydana gelen kırılma (x200)

Eğelerin SEM incelemesi sırasında eğelerin yüzeylerinde mikro çatlak, metal kopması ve çukurlaşma gibi deformasyonlar tespit edildi. Bu durumda deformasyon alanı büyütülerek fotomikrograflar alındı (Şekil 43).



Şekil 43. NiTi eğelerin retreatment sonrası SEM ile yüksek büyütmelerde alınan fotomikrografları; **1:** Mtwo R25/05 eğesinin kesici kenarında oluşan mikro çatlaklar (beyaz oklar) (x1000), **2:** R-Endo R2 eğesinin yüzeyinde oluşan aşınma (beyaz ok) (x4000), **3:** PTN X2 eğesinin kesici kenarında oluşan mikro çatlaklar (beyaz oklar) (x1000), **4:** TFA SM2 eğesinin kesici kenarında oluşan kopma (beyaz ok) (x1500)

5. TARTIŞMA

Günümüzde kök kanal tedavisinin başarısız olduğu durumlarda, retreatment işlemleri, endodontik cerrahiye tercih edilir hale gelmiştir (Barletta ve ark., 2007). Böylece, dişlerin ağızda kalma oranları artmış ve daha az protetik işleme gerek duyulmaya başlanmıştır (Roda ve Gettleman, 2011). Retreatment işleminin en zor ve önemli kısmı, enfekte kök kanal dolgu materyalinin, kök kanallarından uzaklaştırılma safhasıdır. Kök kanallarından, dolgu materyallerini uzaklaştırmak için birçok teknik ve materyal önerilmiştir. Kök kanal dolgu materyallerinin geleneksel yollarla uzaklaştırılması zor ve zaman alıcı olduğundan günümüzde retreatment işleminde NiTi döner alet sistemleri sıklıkla kullanılmaktadır.

Piyasada bulunan NiTi döner alet sistemlerinin kök kanal dolgu materyali uzaklaştırma etkinliğinin birçok çalışmada incelendiği görülmektedir (Taşdemir ve ark., 2008b; Bramante ve ark., 2010; Marques Da Silva ve ark., 2012; Mollo ve ark., 2012; Zuolo ve ark., 2013; Capar ve ark., 2014; De Campos Fruchi ve ark., 2014; Demiryürek ve Bodrumlu, 2014; Rios ve ark., 2014; Rödig ve ark., 2014a; Rödig ve ark., 2014b; Plotino ve ark., 2015). Ancak, çok az sayıda çalışmada kullanılan bu NiTi eğelerin mekanik özellikleri ile ilgilenmiştir (Hussne ve ark., 2011; Lopes ve ark., 2011; Inan ve Aydın, 2012; Sağlam ve Görgül, 2015). Bu çalışmalar ise daha çok NiTi eğelerinin döngüsel ve torsiyonel yorgunluğa karşı dirençlerini incelemeye odaklanmıştır. Eğelerin kırılmalarında en önemli faktör; kullanıma bağlı oluşan metal yorgunluğudur. Eğri bir kanalda çalışırken eğenin dış tarafı gerilme kuvvetine, iç tarafı sıkışma kuvvetine maruz kalır ve eğe üzerinde aşırı stres meydana gelir. Bu durumun şekillendirme esnasında sürekli devam etmesi sonucunda eğelerde döngüsel yorgunluk oluşarak eğe kırılması meydana gelebilir (Pruett ve ark., 1997). Eğelerin kırılmalarında önemli olan diğer bir faktör de torsiyonel yorulmadır. Bu tip eğe kırılmalarında, eğenin ucu kanalda sıkışır ancak gövdesi dönmeye devam eder. Bu durumda eğe dayanabileceğinden fazla torka maruz kalır ve plastik deformasyona uğrayarak kırılır (Yum ve ark., 2011). Retreatment sırasında kök kanal dolgu materyaline saplanan eğeler daha çok torsiyonel kuvvetlere maruz kalmaktadır (Blum ve ark., 2003; Patiño ve ark., 2005). Bu sebeple retreatment için kullanılan eğeler hem döngüsel hem de torsiyonel yorgunluğa karşı dirençli olmalıdır (Inan ve Aydın, 2012).

Retreatment amacıyla kullanılan NiTi eğelerin kök kanal dolgu materyali uzaklaştırmadaki etkinliğini inceleyen *in vitro* çalışmalarda, farklı oranlarda NiTi alet kırılması rapor edilmiştir (Schirrmeyer ve ark., 2006; Çelik Ünal ve ark., 2009; Rios ve ark., 2014; Rödig ve ark., 2014a). NiTi aletlerin kırılması ile kullanım sonrası aletlerin yüzeyinde oluşan deformasyonlar arasında sıkı bir ilişki tespit edilmiştir (Inan ve Gonulol, 2009; Stewart ve ark., 2010; Shen ve ark., 2013; Alfoqom Alazemi ve ark., 2015; Caballero ve ark., 2015; Hanan ve ark., 2015; Plotino ve ark., 2015; Sağlam ve Görgül, 2015; Shen ve ark., 2015).

Bu *in vitro* çalışmamızın amacı, retreatment işlemi sırasında kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında kullanılan PTN, TFA, Reciproc, PTR, Mtwo R ve R-Endo NiTi döner alet sistemlerinin 25 numaralı eğelerinin yüzeylerinde kullanım sonrası oluşan deformasyonların SEM yardımıyla tespit ederek karşılaştırmaktır.

Çalışmamızda tek kanallı üst orta keser dişler kullanılmıştır. Retreatment ile ilgili yapılan birçok çalışmada tek köklü ve tek kanallı dişler kullanılmıştır (Taşdemir ve ark., 2008a; Taşdemir ve ark., 2008b; Bramante ve ark., 2010; Marques Da Silva ve ark., 2012; Mollo ve ark., 2012; Zuolo ve ark., 2013; Rios ve ark., 2014). Çalışmamızda örneklerin standardizasyonun sağlanması, kök kanallarına direkt görüşün elde edilmesi ve kron anatomisi varyasyonlarını elimine edilmesi amacıyla, dişlerin kronları mine-
sement sınırından dişin uzun aksına dik olacak şekilde su soğutması altında uzaklaştırılmıştır (Saad ve ark., 2007; De Campos Fruchi ve ark., 2014; Rios ve ark., 2014). Kök kanallarının şekillendirilmesi tüm dişlerde, önceki çalışmalarda olduğu gibi, klinik koşulları taklit etmesi amacıyla %5.25'lik NaOCl eşliğinde, apikal çap #40 (X4) olacak şekilde PTN sistemi ile yapılmıştır (Saad ve ark., 2007; Zuolo ve ark., 2013; Rios ve ark., 2014). Kök kanallarının son yıkaması tüm dişlerde smear tabakasının kaldırılması amacıyla %17'lik EDTA, %5.25'lik NaOCl ve distile su ile yapılmıştır. Kök kanal dolgu tekniği olarak soğuk lateral kompaksiyon tekniği ile yapılan kanal dolgusunun homojen olmaması ve apikal bölgede güçlü bir adaptasyon sağlamaması (Nguyen, 1994; De-Deus ve ark., 2008; Keleş ve ark., 2014) nedeniyle çalışmamızda sıcak vertikal kompaksiyon tekniği kullanılmıştır (Marques Da Silva ve ark., 2012; Mollo ve ark., 2012; Beasley ve ark., 2013; Rios ve ark., 2014).

Çalışmamızda kök kanallarının boşaltılması sırasında kimyasal çözücülerden yararlanılmamıştır. Yapılan çalışmalar, kimyasal olarak çözülen guta-perkanın kök kanalı duvarlarında söküm işlemini zorlaştıran ince bir tabaka meydana getirdiğini ortaya koymuştur (Sae-Lim ve ark., 2000). Ayrıca, çözülen guta-perka artıkları kök kanalı içerisinde bulunan aksesuar kanal gibi temizlenmesi güç alanlara kaçarak retreatment işlemini daha da zor bir hale getirebilir (Kfir ve ark., 2012).

Günümüzde kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılması amacıyla NiTi döner aletler sıklıkla kullanılmaktadır. PTR, Mtwo R ve R-Endo NiTi döner alet sistemleri retreatment için özel olarak tasarlanmış eğelerden oluşmaktadır ve kök kanallarından dolgu materyali uzaklaştırmadaki etkinlikleri birçok çalışmaya konu olmuştur (Bramante ve ark., 2010; Marques Da Silva ve ark., 2012; Mollo ve ark., 2012). Bununla birlikte, Reciproc NiTi eğeleri de retreatment amacıyla kullanılmaktadır (Zuolo ve ark., 2013; De Campos Fruchi ve ark., 2014; Rios ve ark., 2014; Rödig ve ark., 2014b). Ancak, kök kanal şekillendirme işlemlerinde tercih edilen PTN ve TFA eğelerinin retreatment işleminde kullanılmasına ilişkin bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda retreatment için özel olarak tasarlanmamış olan PTR eğelerinin (Hülsmann ve Bluhm, 2004; Gergi ve Sabbagh, 2007; Saad ve ark., 2007) ve ProFile NiTi eğelerinin (Giuliani ve ark., 2008), kök kanal boşaltılmasında da kullanıldığı görülmektedir. Bu amaçla çalışmamızda, PTN, TFA, Reciproc, PTR, R-Endo ve Mtwo R NiTi eğeleri kök kanal dolgusunun boşaltılması amacıyla kullanılmıştır.

Literatürde NiTi eğelerin yüzey deformasyonları ve kırılmaları ile kullanım sayısı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda ortak bir görüş bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalarda (Yared ve ark., 2000; Svec ve Powers, 2002; Wolcott ve ark., 2006) NiTi eğelerin en fazla kaç kanalda kullanıldıktan sonra, yenisi ile değiştirilmesi gerektiği ile ilgili farklı sonuçlar bildirilmiştir. Yared ve ark. (2000) ProFile eğelerinin kullanım sonrası döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerindeki değişimleri inceledikleri *in vivo* çalışmalarında, 4 molar dişte kullanılmış eğeler ile hiç kullanılmamış eğeler arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar ProFile eğelerinin 3 kanallı büyük azı dişlerinde ortalama 4 kez güvenle kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Buna karşın Wolcott ve ark. (2006) yaptıkları *in vivo* çalışmada toplamda 4652 kanal şekillendirmek için kullandıkları ProTaper Universal NiTi

eğelerin 4 kanala kadar kullanılmasının güvenli olduğunu savunmuşlardır. Tripi ve ark. (2001), yaptıkları *in vitro* çalışmada GT Rotary (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) NiTi eğelerin yüzey deformasyonlarını ve eğelerde oluşan kırılmaları SEM ile incelemişlerdir. Araştırmacılar geniş eğelerin daha çok bozulmaya uğradığını ve kullanım sayılarının artması ile kırılmaya yatkınlığının da arttığını bildirmişlerdir. Bu bulguları destekler nitelikte, NiTi eğelerin kullanım sayılarının artmasıyla döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerinin azaldığını rapor eden çalışmalar mevcuttur (Gambarini, 2001a; Bahia ve Buono, 2005; Plotino ve ark., 2006; Vieira ve ark., 2008). Yapılan retreatment çalışmalarında Reciproç egesini kanal dolgusu sökümünde tek kullanım ile sınırlayan çalışmalar olduğu kadar (Zuolo ve ark., 2013; Rios ve ark., 2014), 4 ayrı kanalda kullanan çalışmalarda mevcuttur (Rödig ve ark., 2014b). Aynı amaçla PTR, Mtwo R ve R-Endo NiTi eğelerini 5 ayrı kanal dolgusu sökümüne kadar kullanan çalışmalar da bulunmaktadır (Bramante ve ark., 2010; Mollo ve ark., 2012; Zuolo ve ark., 2013; Rios ve ark., 2014). Bu çalışmaların ışığında ve aynı zamanda 4 kanallı bir molar dışın retreatment tedavisi esas alınarak çalışmamızı standardize etmek amacıyla her yeni ege seti 4 ayrı kanalı boşaltmak için kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda, NiTi eğelerin kullanım sonrası yüzey deformasyonlarının incelenmesi amacıyla dental operasyon mikroskobu, stereo mikroskop, AFM ve SEM gibi cihazlar kullanılmıştır (Alapati ve ark., 2003; Nešković ve ark., 2010; Sağlam ve Görgül, 2015; Shen ve ark., 2015). Bu çalışmaların birçoğunda eğelerin yüzey deformasyonlarının incelenmesinde SEM tercih edilmiştir (Tripi ve ark., 2001; Alapati ve ark., 2003; Troian ve ark., 2006; Luzi ve ark., 2010; Kim ve ark., 2013; Arantes ve ark., 2014; Park ve ark., 2014; Hanan ve ark., 2015; Sağlam ve Görgül, 2015). Dental operasyon mikroskobu ve stereo mikroskop ile eğeler üzerinde meydana gelen mikro çatlak gibi yüzey deformasyonlarının detaylı görüntüsünü elde edebilecek kadar büyütme yapılamamaktadır. AFM ise eğelerin sadece bir kısmını inceleyebilmekte, eğenin bütünü hakkında bilgi vermemektedir. Ancak SEM; eğelerin yüksek büyütme altında fiziksel yapılarına zarar vermeden, istenilen bölgesinden istenilen büyütmede fotomikrograflar alınabilmesine olanak sağlar. Bu avantajlarından dolayı çalışmamızda NiTi eğelerin yüzey deformasyonlarının incelenmesi amacıyla SEM kullanılmıştır.

SEM ile alınan fotomikrografların skorlanması ve sınıflandırılması için, önceki çalışmalarda kullanılan Sattapan ve ark. (2000a)'nın eğelerin deformasyon durumu sınıflaması ve Troian ve ark. (2006)'nın skorlama kriteri kullanılmıştır. Çalışmamızın standardizasyonunu sağlamak ve daha tutarlı sonuçlar elde etmek için fotomikrograflar her ege grubunun aynı apikal çapa (#25) sahip eğelerinin aynı sarmalından alınmıştır. NiTi eğelerinin kırılmaları ve yüzey deformasyonlarının incelendiği çalışmalarda, çalışma sonuçlarının operatörün yetenek ve tecrübesine bağlı olarak değişiklik gösterebildiği vurgulanmıştır (Barbakow ve Lutz, 1997; Yared ve ark., 2002; Parashos ve Messer, 2006). Bundan dolayı çalışmamızda bütün işlemler tek bir operatör tarafından yapılmıştır.

5.1. NiTi Eğelerin Deformasyon Durumunun Genel Değerlendirilmesi

Çalışmamızın sonuçlarına göre; retreatment sonrası NiTi eğelerden SEM kullanılarak x25 büyütme altında aldığımız genel fotomikrograflar incelendiğinde, Reciproc grubunun eğeleri yüzeylerinde herhangi bir eğilme ve/veya bükülme, sarmal açılması veya ege kırılmasına rastlanmamıştır. Rödig ve ark. (2014b) Reciproc, WaveOne ve PTR NiTi döner alet sistemlerinin retreatment etkinliklerini karşılaştırdıkları *in vitro* çalışmada, hiçbir grupta alet kırılması meydana gelmediğini bildirmişlerdir. Park ve ark. (2014) yaptıkları *in vitro* çalışmada Reciproc eğelerini molar dişlerin kurvatürlü kanallarının şekillendirilmesinde kullandıktan sonra yüzeylerini SEM ile incelemişlerdir. Araştırmacılar toplamda 50 adet Reciproc egesini her biri 10 adet kanalda kullanmışlar ve sonuçta hiçbir egenin yüzeyinde gözle görülür sarmal açılması veya ege kırılması görülmediğini bildirmişlerdir. Ancak 10 kullanımdan sonra eğelerin uç kısımlarında hafif bozulmalar ve mikro çatlaklara rastlandığını rapor etmişlerdir. Pirani ve ark. (2014) yaptıkları *in vitro* çalışmada Reciproc ve WaveOne eğelerini tek köklü dişlerin düz kanallarının şekillendirilmesinde kullanmışlar ve daha sonra yüzeylerinde oluşan deformasyonu SEM ile incelemişlerdir. Toplam 18 adet Reciproc egesinden ikisinde mikro çatlak, ikisinde metal defekti, ikisinde uç düzleşmesi görüldüğünü bildirmişlerdir. Plotino ve ark. (2015) yaptıkları *in vivo* çalışmada klinikte farklı vakalarda kullanılan toplam 1696 adet Reciproc egesini bir kullanım sonrası incelemişler ve 8 egenin (%0,47) kırıldığını, 6 egenin (%0,35) ise yüzeyinde deformasyon oluştuğunu bildirmişlerdir. Kırılan 8 adet egenin, beşinin ilk kanal tedavisi sırasında, üçünün ise retreatment sırasında kırıldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, deforme

olan toplam 6 eĝenin, dördünün retreatment sırasında, ikisinin ilk kanal tedavisi sırasında meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ancak aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar, resiprokasyon hareketinin alet kırılmalarının önlenmesinde rol oynayabileceğini savunmuşlardır (Plotino ve ark., 2015). Reciproc eĝelerinin kanal şekillendirmesi sırasında yüzeylerinde meydana gelen deformasyonları inceleyen bu çalışmalara karşın retreatment sonrası eĝelerin yüzeylerinde oluşan deformasyonları inceleyen çalışma bulunmamasından dolayı sonuçlarımız bu çalışmaların sonuçları ile doğrudan karşılaştırılamamıştır. Ancak bu çalışmalar, çalışmamızda olduğu gibi genel olarak Reciproc eĝelerinin deformasyon ve kırılmalara karşı dirençli olduğunu desteklemektedir. Çalışmamızda hiçbir Reciproc eĝesinde gözle görülür deformasyon oluşmamasını; Reciproc eĝelerin “S” şekilli kesiti sayesinde yüksek kesme gücüne sahip olması ve ayrıca, saat yönünün tersine ve saat yönüne doğru yapılan resiprokasyon hareketinin eĝenin üzerinde meydana gelen torsiyonel stresi azaltmasından dolayı olduğunu düşünmekteyiz (Bürklein ve ark., 2012; Plotino ve ark., 2014).

Çalışmamızda PTR grubunda incelenen D2 eĝelerinin hiçbirinin yüzeyinde gözle görülür bir deformasyona rastlanmamıştır. Bununla birlikte Mtwo R grubunda incelenen R25/05 eĝelerinin yarısında gözle görülür bir deformasyon bulunmazken, diğer yarısında sarmal açılması gözlenmiştir. R-Endo grubunda incelenen R2 eĝelerinin %40’ında hiçbir gözle görünür defekt bulunmazken, %40’ında sarmal açılması, %10’unda eğilme ve/veya bükülme, %10’unda ise kırılma gözlenmiştir. Tez çalışmamız için yaptığımız geniş literatür taraması sonucunda, retreatment sonrası NiTi eĝelerin yüzeyinde oluşan deformasyonları inceleyen tek bir çalışma olduğu bulunmuştur. Sağlam ve Görgül (2015) çalışmamızın bir bölümüne benzer şekilde yaptıkları *in vitro* çalışmada, retreatment için üretilmiş PTR, R-Endo ve Mtwo R NiTi eĝelerinin, kanal dolgusu sökümünün ardından yüzeylerinde oluşan deformasyonları karşılaştırmışlardır. Bu amaçla 3. ve 5. kullanım sonrası eĝelerin apikal 3 mm’sini keserek AFM ve SEM ile incelemişlerdir. Ancak, SEM ile aldıkları fotomikrografları skorlamadan genel olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar, inceledikleri bütün NiTi eĝelerin yüzeylerinde mikro çatlak ve kesici kenarlarında deformasyon varlığı tespit etmişlerdir. Bu sonuç çalışmamızın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. AFM sonuçlarına göre kullanım sayısı ile eĝelerin yüzeylerinde meydana gelen

deformasyonların arttığını ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, eğerlerin apikal bölümlerinin guta-perkaya sıkışması sonucu, eğerlerin üzerinde bulunan spirallerin açıldığını belirtmişlerdir (Sağlam ve Görgül, 2015). İnan ve Aydın (2012) PTR D3, Mtwo R 25/05 ve R-Endo R3 NiTi döner eğerlerinin döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerini inceledikleri *in vitro* çalışmalarında, R-Endo grubunun döngüsel yorgunluğa karşı direncinin diğer gruplardan istatistiksel olarak daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuç çalışmamız sonuçları ile uyumludur. Çünkü, genel kural olarak döngüsel yorgunluğa dirençli eğerlerin, torsiyonel yorgunluğa karşı dirençleri azdır (Shen ve ark., 2012a). Çalışmamızda retreatment için özel olarak tasarlanan NiTi döner alet sistemlerinden sadece R-Endo grubunda kırılma gözlenmiştir. Çalışmamızın sonuçlarını destekler şekilde Hussne ve ark. (2011) PTR, Mtwo R ve R-Endo NiTi döner alet sistemlerinin torsiyonel yorgunluğa karşı dirençlerini karşılaştırdıkları *in vitro* çalışmalarında, PTR grubunun istatistiksel olarak diğer gruplardan daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Retreatment için özel olarak tasarlanmış NiTi döner alet sistemlerinin torsiyonel yorgunluğa karşı dirençlerinin karşılaştırıldığı başka bir *in vitro* çalışmada Lopez ve ark. (2011) PTR D2 egesi torsiyonel yorgunluğa karşı, Mtwo R 25/05 egesinden istatistiksel olarak daha dirençli bulunmuştur. Eğerlerin torsiyonel yorgunluğa karşı dirençlerinin karşılaştırıldığı bu çalışmaların sonuçları, çalışmamızın PTR, Mtwo R ve R-Endo gruplarında oluşan yüzey deformasyon sonuçlarını destekler niteliktedir. Çünkü, retreatment işlemi sırasında eğerlerin yüzeylerinde meydana gelen deformasyonların oluşumunda, eğerlerin üzerinde meydana gelen torsiyonel kuvvetler önemli bir rol oynamaktadır (Blum ve ark., 2003; Patiño ve ark., 2005).

Çalışmamızda PTN grubundan incelenen X2 eğerlerinin yarısında kırılma, %10'unda sarmal açılmasına rastlanırken, %40'ında gözle görülür hiçbir deformasyon bulunmamıştır. PTN ve TFA eğerlerinin retreatment işleminde kullanılmasını konu alan çalışma bulunmadığından dolayı, çalışmamızın sonuçları bu eğerlerin mekanik özelliklerini konu alan çalışmalar ile dolaylı olarak karşılaştırılmıştır. Ertaş ve Çapar (2015) yaptıkları *in vitro* çalışmada, klinik koşullar altında PTN eğerlerinin asimetric hareket yapmasını sağlayan offset dizayna sahip olmasının eğerler üzerinde oluşan torsiyonel stresi azalttığını savunmuşlardır. Elnaghy ve ark. (2014) NiTi döner alet sistemlerinin torsiyonel yorgunluğa karşı dirençlerini inceledikleri çalışmalarında, PTN

X2 eğesinin torsiyonel yorgunluğa karşı direncini istatistiksel olarak TF ve RaCe eğelerinden daha fazla bulmuşlardır. Buna karşın Pereira ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada PTN NiTi döner alet sisteminin eğeleri ile kök kanal şekillendirmesi sırasında oluşan tork değerlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, PTN NiTi döner alet sisteminin X1, X2 ve X3 eğelerinin kırılmaları için gereken tork değerinin oldukça dşuk olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuç çalışmamızın PTN grubu sonuçlarını destekler niteliktedir. Üretici firma, PTN eğelerinin offset dizaynının kök kanal şekillendirmesi sırasında kanal duvarlarına temasını azalttığını ve oluşan debrisin daha etkili bir şekilde dışarı atılmasını sağladığını savunmuşlardır. Ancak alışmamızda sertleşmiş kök kanal dolgusu sökülmesinde eğelerin offset dizaynının avantaj sağlamadığını ve kanal dolgusu içerisinde eğenin rahat hareket edemeyerek sıkıştığını böylece meydana gelen torsiyonel stresin artması nedeniyle PTN grubundaki eğelerde %60 oranında gözle görülür deformasyon meydana geldiğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda TFA grubundan incelenen SM2 eğelerinde %50'sinde eğe kırılması, %30'unda sarmal açılması ve %20'sinde eğilme ve/veya bükülme görülmüştür. Elnaghy ve ark. (2014) TF, PTN, ve RaCe NiTi döner alet sistemlerinin torsiyonel yorgunluğa karşı dirençlerini inceledikleri çalışmalarında, TF 25.06 eğesinin torsiyonel yorgunluğa karşı istatistiksel olarak en dşuk direnci gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, TF eğeleri başka çalışmalarda da torsiyonel yorgunluğa karşı en dşuk direnci göstermişlerdir (Park ve ark., 2010; Yum ve ark., 2011; Wycoff ve Berzins, 2012). TF eğelerinin torsiyonel yüklere karşı bu kadar dayanıksız olmasının nedeni olarak araştırmacılar şaft uzunluğunun kısa olmasını (Park ve ark., 2010), eğenin üzerinde bulunan sarmal sayısının az olmasını (Blum ve ark., 1999; Yared ve ark., 2002) ve diğer eğelerden daha yumuşak olmasını (Braga ve ark., 2013) göstermişlerdir. Çalışmamızda TFA grubunun diğer gruplara göre daha yüksek oranda (%100) gözle görünür yüzey deformasyonu göstermesini, diğer çalışmaların sonuçlarına paralel olarak, eğelerin torsiyonel kuvvetlere karşı dayanıksız olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda incelediğimiz eğelerden 5'i PTN grubundan, 5'i TFA grubundan ve 1'i R-Endo grubundan olmak üzere toplam 11 eğede kırık meydana geldiği ve oluşan kırıklarının tümünün torsiyonel tipte olduğu tespit edildi. Eğelerde meydana gelen kırıkların metal yorgunluğu nedeniyle değil de, eğelerin retreatment sırasında kanal

dolgu materyaline sıkışmasıyla artan torsiyonel kuvvetlerden dolayı kırıldığını söyleyebiliriz. Çalışmamızın bulgularını destekler şekilde Blum ve ark. (2003) ve Patiño ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarda retreatment sırasında kök kanal dolgu materyaline saplanan eğelerin daha çok torsiyonel streslere maruz kaldığını bildirmişlerdir.

5.2. NiTi Eğelerin Yüzey Deformasyon Durumunun Gruplar Arası ve Grup İçi Değerlendirilmesi

Çalışmamızın sonuçlarına göre; retreatment sonrası NiTi eğelerden SEM kullanılarak x100 büyütme altında eğelerin koronal, orta ve apikal bölümlerinde aldığımız fotomikrograflar incelendiğinde, tüm ege gruplarının koronal bölümünde meydana gelen deformasyonlar arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ($P > 0,05$). Bu sonucun kanal dolgu materyalinin sökülmesi esnasında eğelerin koronal bölümlerinin apikal bölümlerine oranla daha az strese maruz kalmasından dolayı olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda eğelerin orta ve apikal bölümlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). PTN ve TFA gruplarının orta bölümlerinde diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha fazla yüzey deformasyonu tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Arantes ve ark. (2014) yaptıkları *in vitro* çalışmada TF, BioRaCe, Mtwo ve EndoWave eğelerini rezin bloklardaki yapay kanallarda kullandıktan sonra eğelerin yüzeylerinde meydana gelen deformasyonları incelemişler ve SEM ile aldıkları fotomikrografları çalışmamızda olduğu gibi skora yapılarak değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar TF grubunun diğer gruplardan istatistiksel olarak daha fazla yüzey deformasyonu gösterdiğini bildirmişlerdir. Kottoor ve ark. (2013) yaptıkları *in vitro* çalışmada ProTaper Universal ve TF eğelerinin yüzeylerinde oluşan deformasyonları, mandibular birinci molar dişlerin mesial kanallarında 3., 6., 9., ve 12. kullanım sonrası SEM ile incelemişlerdir ve aldıkları fotomikrografları çalışmamızda olduğu gibi skora yapılarak değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar TF grubu eğelerinin ProTaper Universal grubu eğelerine göre 6. ve 9. kullanımdan sonra istatistiksel olarak daha fazla deformasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan gruplar arası karşılaştırmada da, her 2 grubun eğelerinin koronal, orta ve apikal bölümlerinde görülen deformasyonların diğer gruplara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda Reciproc grubu eğelerinin apikal bölümlerinde diğer gruplara göre daha az yüzey deformasyonu belirlenmiştir. Aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($P < 0,05$). Reciproc eğelerinin gösterdikleri bu farklılığın; üstün kesme yeteneği (Bürklein ve ark., 2012; Plotino ve ark., 2014) ve kanal dolgusu içerisinde sıkıştığında geri dönerek yaptıkları resiprokasyon hareketi sayesinde ege üzerinde oluşan torsiyonel stresin azalmasına bağlı oluştuğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda kullanılan NiTi eğeler kendi içlerinde karşılaştırıldığında Reciproc, PTR ve Mtwo R gruplarındaki eğelerin koronal, orta ve apikal bölümlerinde meydana gelen deformasyonlar arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($P > 0,05$). PTN, TFA ve R-Endo gruplarındaki eğelerin koronal bölümlerinde meydana gelen deformasyonun, istatistiksel olarak apikal bölümde meydana gelen deformasyondan daha az olduğu bulunmuştur. Reciproc grubu hariç, diğer gruplarda en fazla bozulmanın apikal bölümde olduğu ve en az bozulmanın koronal bölümde olduğu görülmektedir. Caballero ve ark. (2015) TF ve Reciproc eğelerinin 3., 6., 9. ve 12. kullanım sonrası yüzeylerinde meydana gelen deformasyonları SEM ile inceledikleri *in vitro* çalışmalarında, eğelerin kullanım sayısının artmasıyla her iki grupta görülen yüzey deformasyonunun arttığını ve TF grubunun Reciproc grubundan istatistiksel olarak daha fazla yüzey deformasyonuna sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, en fazla yüzeysel deformasyonun apikal bölümde oluştuğunu ve koronal bölümde hiçbir deformasyonun oluşmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamız; Caballero ve ark. (2015)'nin bulgularını desteklemektedir. Reciproc grubu hariç diğer gruplardaki eğelerin yüzey deformasyonlarının en fazla apikal bölümde görülmesinin nedeni, retreatment işlemi sırasında ege uçlarının sürekli olarak guta-perka ile sıkışarak eğelerin apikal bölümlerinde stresin yoğunlaşması olduğunu düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Çalışmamızda, üst kesici dişlerde 4 farklı kanalda yapılan kök kanal dolgusu sökümü sonrası, SEM ile değişik büyütme altında incelenen PTN, TFA, Reciproc, PTR, R-Endo ve Mtwo R NiTi döner alet sistemlerinin 25 apikal çapa sahip eğelerinin yüzeylerinde deformasyonlar meydana geldiği tespit edilmiştir.
- Reciproc ve PTR gruplarında bulunan tüm eğelerde, düşük büyütme altında SEM ile alınan fotomikrograflarda herhangi bir gözle görülür deformasyona rastlanmazken, yüksek büyütme altında alınan fotomikrograflarda yüzeysel deformasyonlar tespit edilmiştir.
- PTN ve TFA gruplarında %50 oranında eğe kırılması tespit edilmiştir.
- Retreatment sonrası oluşan eğe kırılmalarının tümünün torsiyonel yorgunluğa bağlı olduğu SEM ile kırık yüzeylerinden alınan fotomikrograflar ile belirlenmiştir.
- Çalışmamızda, eğelerin gruplar arası karşılaştırılmasında koronal bölümlerinde yüzey deformasyonu açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.
- Eğelerin gruplar arası karşılaştırılmasında PTN, TFA gruplarının orta bölümlerinin diğer gruplardan istatistiksel olarak daha fazla deformasyona uğradığı bulunmuştur.
- Apikal bölümde Reciproc grubunda meydana gelen yüzey deformasyonunun diğer gruplardan istatistiksel olarak daha az olduğu tespit edilmiştir.
- Çalışmamızda kullanılan NiTi eğeler kendi içlerinde karşılaştırıldığında Reciproc, PTR ve Mtwo R gruplarındaki eğelerin koronal, orta ve apikal bölümlerinde meydana gelen deformasyonlar arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır.
- PTN, TFA ve R-Endo gruplarındaki eğelerin koronal bölümlerinde meydana gelen deformasyonun, istatistiksel olarak apikal bölümde meydana gelen deformasyondan daha az olduğu bulunmuştur.
- Reciproc ve Mtwo R grubu hariç, diğer gruplarda en fazla bozulmanın apikal bölümde olduğu ve en az bozulmanın koronal bölümde olduğu görülmektedir.
- Çalışmamızın bu sonuçları göz önüne alındığında; PTN ve TFA NiTi döner alet sistemleri retreatment işleminde dikkatli kullanılmalıdır.
- Üstün kesme yeteneği ve resiprokasyon hareketinin sağladığı avantajlardan dolayı Reciproc eğesi retreatment işlemlerinde düz köklü dişlerde 4 kanalın boşaltılmasına kadar güvenle kullanılabilir.

- Retreatment sırasında kullanılan NiTi eğelerin yüzeyleri bir byteğle kontrol edilmeli ve gözle görülür bir deformasyon olması durumunda kullanılmaya devam edilmeden atılmalıdır.
- Eğelerin retreatment sonrasında yüzeylerinde oluşan mikro çatlak gibi gözle görülemeyen deformasyonlardan dolayı, kullanılan NiTi eğelerin kullanım sayıları sıkı bir Şekilde takip edilmeli ve eğeler gözle görülür bir deformasyon göstermeseler bile yenileri ile değiştirilmelidir.



KAYNAKLAR

- Alaçam T. Periapikal doku iyileşmesi ve başarı değerlendirmesi. Alaçam T, editör. Endodonti'de. 1. Baskı, Ankara, Özyurt Matbaacılık. 2012; 865-878
- Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WA, Kovarik L, Buie C, Liu J, Ben Johnson W. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J. Endod.* 2009; 35(11): 1589-1593.
- Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Mitchell JC. Scanning electron microscope observations of new and used nickel-titanium rotary files. *J. Endod.* 2003; 29(10): 667-669.
- Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical use. *J. Endod.* 2005; 31(1): 40-43.
- Alfoqom Alazemi M, Bryant S, Dummer P. Deformation of HyFlex CM instruments and their shape recovery following heat sterilization. *Int. Endod. J.* 2015; 48(6): 593-601.
- Allen RK, Newton CW, Brown Jr CE. A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases. *J. Endod.* 1989; 15(6): 261-266.
- Anderson ME, Price JW, Parashos P. Fracture resistance of electropolished rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J. Endod.* 2007; 33(10): 1212-1216.
- Andreasen GF, Brady PR. A use hypothesis for 55 nitinol wire for orthodontics. *Angle Orthod.* 1972; 42(2): 172-177.
- Anjo T, Ebihara A, Takeda A, Takashina M, Sunakawa M, Suda H. Removal of two types of root canal filling material using pulsed Nd: YAG laser irradiation. *Photomedicine and Laser Therapy.* 2004; 22(6): 470-476.
- Arantes WB, da Silva CM, Lage-Marques JL, Habitante S, da Rosa LCL, de Medeiros JMF. SEM analysis of defects and wear on Ni-Ti rotary instruments. *Scanning.* 2014; 36(4): 411-418.
- Arens FC, Hoen MM, Steiman HR, Dietz Jr GC. Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. *J. Endod.* 2003; 29(10): 664-666.
- Bahia MGA, Buono VTL. Decrease in the fatigue resistance of nickel-titanium rotary instruments after clinical use in curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 100(2): 249-255.
- Baratto Filho F, Ferreira E, Fariniuk L. Efficiency of the 0.04 taper ProFile during the re-treatment of gutta-percha-filled root canals. *Int. Endod. J.* 2002; 35(8): 651-654.

- Barbakow F, Lutz F. The 'Lightspeed' preparation technique evaluated by Swiss clinicians after attending continuing education courses. *Int. Endod. J.* 1997; 30(1): 46-50.
- Barletta FB, Rahde NM, Limongi O, Moura AAM, Zanesco C, Mazocatto G. In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during retreatment. *J Can Dent Assoc* 2007; 73: 65–65e.
- Barrieshi-Nusair KM. Gutta-percha retreatment: effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. *J. Endod.* 2002; 28(6): 454-456.
- Basrani B, Tjäderhane L, Santos JM, Pascon E, Grad H, Lawrence HP, Friedman S. Efficacy of chlorhexidine-and calcium hydroxide-containing medicaments against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 96(5): 618-624.
- Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *J. Endod.* 2005; 31(5): 333-340.
- Beasley RT, Williamson AE, Justman BC, Qian F. Time required to remove guttacore, thermafil plus, and thermoplasticized gutta-percha from moderately curved root canals with protaper files. *J. Endod.* 2013; 39(1): 125-128.
- Berendt C, Yang J (2006). Endodontic instruments with improved fatigue resistance. International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies.
- Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Engstrom B. Influence of apical overinstrumentation and overfilling on re-treated root canals. *J. Endod.* 1979; 5(10): 310-314.
- Bergenholtz G, Hörsted-Bindslev P, Reit C. Textbook of endodontology, John Wiley & Sons. 2009.
- Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *J. Endod.* 2003; 29(1): 15-19.
- Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J. Endod.* 2012; 38(4): 505-509.
- Betti L, Bramante C. Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int. Endod. J.* 2001; 34(7): 514-519.
- Bjørndal L, Laustsen MH, Reit C. Danish practitioners' assessment of factors influencing the outcome of endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 103(4): 570-575.

- Blum J, Cohen A, Machtou P, Micallef JP. Analysis of forces developed during mechanical preparation of extracted teeth using Profile NiTi rotary instruments. *Int. Endod. J.* 1999; 32(1): 24-31.
- Blum J, Machtou P, Ruddle C, Micallef J. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. *J. Endod.* 2003; 29(9): 567-575.
- Borden T. Forming a Tight Fit. *Mechanical Engineering.* 1991; 113(10).
- Braga L, Magalhães R, Nakagawa R, Puente C, Buono V, Bahia M. Physical and mechanical properties of twisted or ground nickel–titanium instruments. *Int. Endod. J.* 2013; 46(5): 458-465.
- Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante AS, de Moraes IG. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *J. Endod.* 2010; 36(11): 1870-1873.
- Bui TB, Mitchell JC, Baumgartner JC. Effect of electropolishing ProFile nickel–titanium rotary instruments on cyclic fatigue resistance, torsional resistance, and cutting efficiency. *J. Endod.* 2008; 34(2): 190-193.
- 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): 449-461.
- Caballero H, Rivera F, Salas H. Scanning electron microscopy of superficial defects in Twisted files and Reciproc nickel–titanium files after use in extracted molars. *Int. Endod. J.* 2015; 48(3): 229-235.
- Capar I, Arslan H, Ertas H, Gök T, Saygılı G. Effectiveness of ProTaper Universal retreatment instruments used with rotary or reciprocating adaptive motion in the removal of root canal filling material. *Int. Endod. J.* 2014.
- Card SJ, Sigurdsson A, Ørstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J. Endod.* 2002; 28(11): 779-783.
- Cheung G, Peng B, Bian Z, Shen Y, Darvell B. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: fractographic examination. *Int. Endod. J.* 2005; 38(11): 802-809.
- Cheung GS. Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. *Endod Top.* 2007; 16(1): 1-26.

- Cheung GS, Shen Y, Darvell BW. Does electropolishing improve the low-cycle fatigue behavior of a nickel–titanium rotary instrument in hypochlorite? *J. Endod.* 2007; 33(10): 1217-1221.
- Çalışkan MK. Nonsurgical retreatment of teeth with periapical lesions previously managed by either endodontic or surgical intervention. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 100(2): 242-248.
- Çelik Ünal G, Üreyen Kaya B, Taç A, Keçeci A. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *Int. Endod. J.* 2009; 42(4): 344-350.
- Danin J, Strömberg T, Forsgren H, Linder LE, Ramsköld LO. Clinical management of nonhealing periradicular pathosis: surgery versus endodontic retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996; 82(2): 213-217.
- De-Deus G, Murad C, Paciornik S, Reis C, Coutinho-Filho T. The effect of the canal-filled area on the bacterial leakage of oval-shaped canals. *Int. Endod. J.* 2008; 41(3): 183-190.
- De-Deus G, Moreira E, Lopes H, Elias C. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int. Endod. J.* 2010; 43(12): 1063-1068.
- De-Deus G, Arruda T, Souza E, Neves A, Magalhães K, Thuanne E, Fidel R. The ability of the Reciproc R25 instrument to reach the full root canal working length without a glide path. *Int. Endod. J.* 2013; 46(10): 993-998.
- de Campos Fruchi L, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC, Duarte MAH, da Silveira Bueno CE, De Martin AS. Efficacy of reciprocating instruments for removing filling material in curved canals obturated with a single-cone technique: a micro-computed tomographic analysis. *J. Endod.* 2014; 40(7): 1000-1004.
- de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study—phases 3 and 4: orthograde retreatment. *J. Endod.* 2008; 34(2): 131-137.
- de Mello Junior JE, Cunha RS, da Silveira Bueno CE, Zuolo ML. Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: part I—an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108(1): e59-e62.
- Del Fabbro M, Taschieri S, Lodi G, Banfi G, Weinstein RL. Magnification devices for endodontic therapy. *Aust. Dent. J.* 2009; 54(4): 394-395.
- Demiryürek EÖ, Bodrumlu E. Effectiveness of hand versus rotary instrumentation on retreatment of curved canals. *Elective Medicine Journal.* 2014; 2(4): 341-344.

- Diemer F, Calas P. Effect of pitch length on the behavior of rotary triple helix root canal instruments. *J. Endod.* 2004; 30(10): 716-718.
- Duerig TW, Melton K, Stockel D, Wayman C. Engineering aspects of shape memory alloys. Butterworth-Heinemann, Reed Books Services Ltd, P. O. Box 5, Rushden, Northants, NN 10 9 YX, UK, 1990. 499. 1990.
- Duncan HF, Chong BS. Removal of root filling materials. *Endod Top.* 2008; 19(1): 33-57.
- Eggert C, Peters O, Barbakow F. Wear of nickel-titanium lightspeed instruments evaluated by scanning electron microscopy. *J. Endod.* 1999; 25(7): 494-497.
- Elnaghy AM, Elsaka SE. Assessment of the mechanical properties of ProTaper Next nickel-titanium rotary files. *J. Endod.* 2014; 40(11): 1830-1834.
- Ercan E, Dalli M, Türksel Dülgergil Ç, Yaman F. Effect of Intracanal Medication with Calcium Hydroxide and 1% Chlorhexidine in Endodontic Retreatment Cases with Periapical Lesions: An *In Vivo* Study. *J Formos Med Assoc.* 2007; 106(3): 217-224.
- Ertas H, Capar ID. An in vitro analysis of separation of multi-use ProTaper Universal and ProTaper Next instruments in extracted mandibular molar teeth. *Scanning.* 2015.
- Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study. Phases I and II: Orthograde retreatment. *J. Endod.* 2004; 30(9): 627-633.
- Ferreira J, Rhodes J, Pitt Ford T. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *Int. Endod. J.* 2001; 34(4): 267-274.
- Field J, Gutmann J, Solomon E, Rakusin H. A clinical radiographic retrospective assessment of the success rate of single-visit root canal treatment. *Int. Endod. J.* 2004; 37(1): 70-82.
- Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. *J. Endod.* 1990; 16(11): 543-549.
- Friedman S, Moshonov J, Trope M. Residue of gutta-percha and a glass ionomer cement sealer following root canal retreatment. *Int. Endod. J.* 1993; 26(3): 169-172.
- Friedman S, Löst C, Zarrabian M, Trope M. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *J. Endod.* 1995; 21(7): 384-390.
- Gambarini G. Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. *Dent Traumatol.* 2000; 16(3): 95-100.

- Gambarini G. Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments after clinical use with low-and high-torque endodontic motors. *J. Endod.* 2001a; 27(12): 772-774.
- Gambarini G. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. *Int. Endod. J.* 2001b; 34(5): 386-389.
- Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli L. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J. Endod.* 2008; 34(8): 1003-1005.
- Gavini G, Pessoa OF, Barletta FB, Vasconcellos M, Caldeira CL. Cyclic fatigue resistance of rotary nickel-titanium instruments submitted to nitrogen ion implantation. *J. Endod.* 2010; 36(7): 1183-1186.
- Gergi R, Sabbagh C. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. *Int. Endod. J.* 2007; 40(7): 532-537.
- Gesi A, Magnolfi S, Goracci C, Ferrari M. Comparison of two techniques for removing fiber posts. *J. Endod.* 2003; 29(9): 580-582.
- Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *J. Endod.* 2008; 34(11): 1381-1384.
- Glickman GN, Koch KA. 21st-century endodontics. *J Am Dent Assoc.* (1939). 2000; 131: 39S-46S.
- Gomes B, Souza S, Ferraz C, Teixeira F, Zaia A, Valdrighi L, Souza-Filho F. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *Int. Endod. J.* 2003; 36(4): 267-275.
- Gorni FG, Gagliani MM. The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *J. Endod.* 2004; 30(1): 1-4.
- Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *Int. Endod. J.* 2008; 41(4): 288-295.
- Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Top.* 2005; 10(1): 103-122.
- Gutmann J, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int. Endod. J.* 2012; 45(2): 113-128.

- Haapasalo M, Shen Y. Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endod Top.* 2013; 29(1): 3-17.
- Haikel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J. Endod.* 1999; 25(6): 434-440.
- Hanan ARA, Meireles DAd, Sponchiado Júnior EC, Hanan S, Kuga MC, Bonetti Filho I. Surface Characteristics of Reciprocating Instruments Before and After Use-A SEM Analysis. *Braz. Dent. J.* 2015; 26(2): 121-127.
- Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GAF. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J. Endod.* 2012; 38(7): 996-1000.
- Herold KS, Johnson BR, Wenckus CS. A scanning electron microscopy evaluation of microfractures, deformation and separation in EndoSequence and Profile nickel-titanium rotary files using an extracted molar tooth model. *J. Endod.* 2007; 33(6): 712-714.
- Hoskinson SE, Ng Y-L, Hoskinson AE, Moles DR, Gulabivala K. A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 93(6): 705-715.
- Hussne R, Braga L, Berbert F, Buono V, Bahia M. Flexibility and torsional resistance of three nickel–titanium retreatment instrument systems. *Int. Endod. J.* 2011; 44(8): 731-738.
- Hülsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int. Endod. J.* 1997; 30(4): 227-233.
- Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int. Endod. J.* 2004; 37(7): 468-476.
- Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Top.* 2005; 10(1): 30-76.
- Imura N, Kato A, Hata GI, Uemura M, Toda T, Weine F. A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. *Int. Endod. J.* 2000; 33(4): 361-366.
- Imura N, Pinheiro ET, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist. *J. Endod.* 2007; 33(11): 1278-1282.
- Inan U, Gonulol N. Deformation and fracture of Mtwo rotary nickel-titanium instruments after clinical use. *J. Endod.* 2009; 35(10): 1396-1399.

- Inan U, Aydin C. Comparison of cyclic fatigue resistance of three different rotary nickel-titanium instruments designed for retreatment. *J. Endod.* 2012; 38(1): 108-111.
- İriboz E, Sazak Öveçoğlu H. Comparison of ProTaper and Mtwo retreatment systems in the removal of resin-based root canal obturation materials during retreatment. *Aust Endod J.* 2014; 40(1): 6-11.
- Jeng H-W, ElDeeb ME. Removal of hard paste fillings from the root canal by ultrasonic instrumentation. *J. Endod.* 1987; 13(6): 295-298.
- Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/. 04 rotary instruments. *J. Endod.* 2008; 34(11): 1406-1409.
- Johnson WT, Kulid JC. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Cohen's Pathways of the Pulp.* 10th Ed., St. Louis, Mosby Elsevier. 2011; 349-388.
- Kaufman D, Mor C, Stabholz A, Rotstein I. Effect of gutta-percha solvents on calcium and phosphorus levels of cut human dentin. *J. Endod.* 1997; 23(10): 614-615.
- Keçeci AD, Üreyen BK, Ünal GÇ. Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında kullanılan farklı tekniklerin etkinliklerinin karşılaştırılması. *Acta Odontologica Turcica.* 2006; 23(1): 17.
- Keleş A, Alcin H, Kamalak A, Versiani M. Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *Int. Endod. J.* 2014; 47(12): 1177-1184.
- Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J. Endod.* 1979; 5(3): 83-90.
- Kfir A, Tsesis I, Yakirevich E, Matalon S, Abramovitz I. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. *Int. Endod. J.* 2012; 45(1): 35-41.
- Kim H-C, Cheung GS-P, Lee C-J, Kim B-M, Park J-K, Kang S-I. Comparison of forces generated during root canal shaping and residual stresses of three nickel-titanium rotary files by using a three-dimensional finite-element analysis. *J. Endod.* 2008; 34(6): 743-747.
- Kim H-C, Yum J, Hur B, Cheung GS-P. Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files. *J. Endod.* 2010; 36(1): 147-152.
- Kim HC, Hwang YJ, Jung DW, You SY, Kim HC, Lee W. Micro-Computed Tomography and Scanning Electron Microscopy Comparisons of Two Nickel-Titanium Rotary Root Canal Instruments Used With Reciprocating Motion. *Scanning.* 2013; 35(2): 112-118.

- Koch K, Brave D. Real World Endo: Design features of rotary files and how they affect clinical performance. *Oral Health*. 2002; 92(2): 39-49.
- Koppang H, Koppang R, Stolen S. Identification of common foreign material in postendodontic granulomas and cysts. *The Journal of the Dental Association of South Africa*. 1992; 47(5): 210-216.
- Kosti E, Lambrianidis T, Economides N, Neofitou C. Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. *Int. Endod. J.* 2006; 39(1): 48-54.
- Kottoor J, Velmurugan N, Gopikrishna V, Krithikadatta J. Effects of multiple root canal usage on the surface topography and fracture of two different Ni-Ti rotary file systems. *Indian J. Dent. Res.* 2013; 24(1): 42.
- Krell KV, Neo J. The use of ultrasonic endodontic instrumentation in the re-treatment of a paste-filled endodontic tooth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1985; 60(1): 100-102.
- Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instruments failure. *J. Endod.* 2001; 27(8): 516-520.
- Kuhn G, Jordan L. Fatigue and mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments. *J. Endod.* 2002; 28(10): 716-720.
- Kusy RP. A review of contemporary archwires: their properties and characteristics. *Angle Orthod.* 1997; 67(3): 197-207.
- Lee FS, Van Cura JE, BeGole E. A comparison of root surface temperatures using different obturation heat sources. *J. Endod.* 1998; 24(9): 617-620.
- Li U-M, Iijima M, Endo K, Brantley WA, Alapati SB, Lin C-P. Application of plasma immersion ion implantation for surface modification of nickel-titanium rotary instruments. *Dent. Mater. J.* 2007; 26(4): 467-473.
- Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *J. Endod.* 1992; 18(12): 625-627.
- Lindemann M, Yaman P, Dennison JB, Herrero AA. Comparison of the efficiency and effectiveness of various techniques for removal of fiber posts. *J. Endod.* 2005; 31(7): 520-522.
- Lipski M, Woźniak K. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperature rises during thermafil retreatment using system B. *J. Endod.* 2003; 29(6): 413-415.
- Loest C. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int. Endod. J.* 2006; 39(12): 921-930.

- Lopes HP, Elias CN, Vieira VT, Moreira EJ, Marques RV, Machado de Oliveira JC, Debelian G, Siqueira Jr JF. Effects of electropolishing surface treatment on the cyclic fatigue resistance of BioRace nickel-titanium rotary instruments. *J. Endod.* 2010; 36(10): 1653-1657.
- Lopes HP, Elias CN, Vedovello GA, Bueno CE, Mangelli M, Siqueira JF. Torsional resistance of retreatment instruments. *J. Endod.* 2011; 37(10): 1442-1445.
- Luzi A, Forner L, Almenar A, Lena C. Microstructure alterations of rotary files after multiple simulated operative procedures. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010; 15(4): e658-662.
- Machtou P, Ruddle C. Advancements in the design of endodontic instruments for root canal preparation. *The Alpha omegan.* 2004; 97(4): 8.
- Marending M, Peters OA, Zehnder M. Factors affecting the outcome of orthograde root canal therapy in a general dentistry hospital practice. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99(1): 119-124.
- Marques da Silva B, Baratto-Filho F, Leonardi D, Henrique Borges A, Volpato L, Branco Barletta F. Effectiveness of ProTaper, D-RaCe, and Mtwo retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. *Int. Endod. J.* 2012; 45(10): 927-932.
- Martin B, Zelada G, Varela P, Bahillo J, Magán F, Ahn S, Rodriguez C. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int. Endod. J.* 2003; 36(4): 262-266.
- Matsumoto M, Goto T. Lateral force distribution in partial denture design. *J Dent Res.* 1970; 49(2): 359-364.
- Metzger Z, Ben-Amar A. Removal of overextended gutta-percha root canal fillings in endodontic failure cases. *J. Endod.* 1995; 21(5): 287-288.
- Metzger Z, Teperovich E, Cohen R, Zary R, Paqué F, Hülsmann M. The self-adjusting file (SAF). Part 3: removal of debris and smear layer—a scanning electron microscope study. *J. Endod.* 2010a; 36(4): 697-702.
- Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy—a new concept of endodontic files and its implementation. *J. Endod.* 2010b; 36(4): 679-690.
- Metzger Z, Basrani B, Goodis HE. Instruments, materials, and devices. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Cohen's Pathways of the Pulp.* 10th Ed., St. Louis, Mosby Elsevier. 2011; 223-382.
- Molander A, Reit C, Dahlén G. Microbiological root canal sampling: diffusion of a technology. *Int. Endod. J.* 1996a; 29(3): 163-167.

- Molander A, Reit C, Dahlén G. Reasons for dentists' acceptance or rejection of microbiological root canal sampling. *Int. Endod. J.* 1996b; 29(3): 168-172.
- Mollo A, Botti G, Principi Goldoni N, Randellini E, Paragliola R, Chazine M, Ounsi H, Grandini S. Efficacy of two Ni-Ti systems and hand files for removing gutta-percha from root canals. *Int. Endod. J.* 2012; 45(1): 1-6.
- Molven O, Halse A. Success rates for gutta-percha and Kloroperka N-Ø root fillings made by undergraduate students: radiographic findings after 10–17 years. *Int. Endod. J.* 1988; 21(4): 243-250.
- Mounce R. Rotary nickel titanium instrumentation. A literature review. *Dent. Today.* 2004; 23(2): 119-120, 124-116, 128; quiz 129.
- Mtwo R broşür. http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/en-mtwo_anwender_rev11.pdf, 2015.
- Nair P, Sjögren U, Krey G, Sundqvist G. Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *J. Endod.* 1990; 16(12): 589-595.
- Nair P, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99(2): 231-252.
- Nair P. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int. Endod. J.* 2006; 39(4): 249-281.
- Nešković J, Damjanov M, Živković S, Grga Đ, Koruga Đ, Kojić D. Deformations of the manual endodontic instruments during root canal instrumentation. *Stomatol. Glas. Srb.* 2010; 57(1): 21-29.
- Ng Y, Mann V, Gulabivala K. Outcome of secondary root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int. Endod. J.* 2008; 41(12): 1026-1046.
- Ng YL, Gulabivala K. Outcome of non-surgical re-treatment. *Endod Top.* 2008; 18(1): 3-30.
- Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int. Endod. J.* 2011; 44(7): 583-609.
- Nguyen T. Obturation of the root canal system. *Pathway of the Pulp.* 6th Edition. St. Louis: CV Mosby. 1994: 219-271.

- Nieuwenhuysen JP, Aouar M, D'hoore W. Retreatment or radiographic monitoring in endodontics. *Int. Endod. J.* 1994; 27(2): 75-81.
- Otsuka K, Ren X. Physical metallurgy of Ti–Ni-based shape memory alloys. *Progress in materials science.* 2005; 50(5): 511-678.
- Paik S, Sechrist C, Torabinejad M. Levels of evidence for the outcome of endodontic retreatment. *J. Endod.* 2004; 30(11): 745-750.
- Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *J. Endod.* 2004; 30(10): 722-725.
- Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J. Endod.* 2006; 32(11): 1031-1043.
- Park S-Y, Cheung GS, Yum J, Hur B, Park J-K, Kim H-C. Dynamic torsional resistance of nickel-titanium rotary instruments. *J. Endod.* 2010; 36(7): 1200-1204.
- Park SK, Kim YJ, Shon WJ, You SY, Moon YM, Kim HC, Lee W. Clinical efficiency and reusability of the reciprocating nickel–titanium instruments according to the root canal anatomy. *Scanning.* 2014; 36(2): 246-251.
- Parris J, Wilcox L, Walton R. Effectiveness of apical clearing: histological and radiographical evaluation. *J. Endod.* 1994; 20(5): 219-224.
- Patel S, Rhodes J. A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. *Br. Dent. J.* 2007; 203(3): 133-140.
- 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): 114-116.
- Pereira ES, Singh R, Arias A, Peters OA. In vitro assessment of torque and force generated by novel ProTaper Next instruments during simulated canal preparation. *J. Endod.* 2013; 39(12): 1615-1619.
- Peters O, Barbakow F. Dynamic torque and apical forces of ProFile. 04 rotary instruments during preparation of curved canals. *Int. Endod. J.* 2002; 35(4): 379-389.
- Peters O, Peters C, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int. Endod. J.* 2003a; 36(2).
- Peters O, Peters C, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int. Endod. J.* 2003b; 36(2).

- Peters OA, Koka RS. Preparation of coronal and radicular spaces. In: Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC, editors. *Ingle's Endodontics*. 6th Ed., Hamilton, BC Decker Inc. 2008; 877-991.
- Peters OA, Paque F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review. *Quintessence Int* (Berlin, Germany: 1985). 2010; 41(6): 479-488.
- Peters OA, Peters CI. Cleaning and shaping of the root canal system. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Cohen's Pathways of the Pulp*. 10th Ed., St. Louis, Mosby Elsevier. 2011; 283-348.
- Pirani C, Paolucci A, Ruggeri O, Bossù M, Polimeni A, Gatto MRA, Gandolfi MG, Prati C. Wear and metallographic analysis of WaveOne and reciproc NiTi instruments before and after three uses in root canals. *Scanning*. 2014; 36(5): 517-525.
- Plotino G, Grande N, Sorci E, Malagnino V, Somma F. A comparison of cyclic fatigue between used and new Mtwo Ni-Ti rotary instruments. *Int. Endod. J.* 2006; 39(9): 716-723.
- Plotino G, Rubini AG, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cutting efficiency of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *J. Endod.* 2014; 40(8): 1228-1230.
- Plotino G, Grande N, Porciani P. Deformation and fracture incidence of Reciproc instruments: a clinical evaluation. *Int. Endod. J.* 2015; 48(2): 199-205.
- ProTaper Universal Retreatment broşür.
<https://www.dentsply.co.uk/Products/Endodontics/ReTreatment-Repair/ProTaper-Universal-Retreatment-Files.aspx#>, 2015
- Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J. Endod.* 1997; 23(2): 77-85.
- Reciproc broşür. http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/en-reciproc-anwender_a5_rev6.pdf, 2015
- R-Endo broşür. http://micro-mega.com/en/wp-content/uploads/2012/10/EndoBook_EN1_14_vl.pdf, 2015
- Rhodes JS. Disassembly techniques to gain access to pulp chambers and root canals during non-surgical root canal re-treatment. *Endod Top.* 2008; 19(1): 22-32.
- Rios MdA, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, De Martin AS, Kato AS, Bueno CEdS. Efficacy of 2 Reciprocating Systems Compared with a Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal. *J. Endod.* 2014; 40(4): 543-546.

- Roda RS, Gettleman BH. Nonsurgical retreatment. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Cohen's Pathways of the Pulp*. 10th Ed., St. Louis, Mosby Elsevier. 2011; 890-952.
- Roland DD, Andelin WE, Browning DF, Hsu G-HR, Torabinejad M. The effect of preflaring on the rates of separation for 0.04 taper nickel titanium rotary instruments. *J. Endod.* 2002; 28(7): 543-545.
- Rollison S, Barnett F, Stevens RH. Efficacy of bacterial removal from instrumented root canals in vitro related to instrumentation technique and size. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 94(3): 366-371.
- Rödig T, Kupis J, Konietschke F, Dullin C, Drebenstedt S, Hülsmann M. Comparison of hand and rotary instrumentation for removing gutta-percha from previously treated curved root canals: a microcomputed tomography study. *Int. Endod. J.* 2014a; 47(2): 173-182.
- Rödig T, Reicherts P, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. *Int. Endod. J.* 2014b; 47(10): 942-948.
- Ruddle CJ. Micro-endodontic nonsurgical retreatment. *Dent. Clin. North Am.* 1997; 41(3): 429-454.
- Ruddle CJ. The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use. *Dent. Today.* 2001; 20(10): 60.
- Ruddle CJ. Nickel-Titanium Rotary Instruments: Current Concepts For Preparing The Root Canal System. *Aust Endod J.* 2003; 29(2): 87-98.
- Ruddle CJ, Machtou P, West JD. *The Shaping Movement 5th Generation Technology.* Dent. Today. 2013.
- Saad AY, Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri NH. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. *J. Endod.* 2007; 33(1): 38-41.
- Sae-Lim V, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of ProFile. 04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J. Endod.* 2000; 26(2): 100-104.
- Sağlam BC, Görgül G. Evaluation of surface alterations in different retreatment nickel-titanium files: AFM and SEM study. *Microsc. Res. Tech.* 2015; 78(5): 356-362.
- Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J. Endod.* 2000a; 26(3): 161-165.

- Sattapan B, Palamara JE, Messer HH. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. *J. Endod.* 2000b; 26(3): 156-160.
- Saunders E. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. Part II. Histological response to temperature elevation on the external surface of the root. *Int. Endod. J.* 1990; 23(5): 268-274.
- Scelza MFZ, Coil JM, Maciel ACdC, Oliveira LRL, Scelza P. Comparative SEM evaluation of three solvents used in endodontic retreatment: an ex vivo study. *J Appl Oral Sci.* 2008; 16(1): 24-29.
- Schäfer E. Root canal instruments for manual use: a review. *Dent Traumatol.* 1997; 13(2): 51-64.
- Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int. Endod. J.* 2004; 37(4): 239-248.
- Schäfer E, Bössmann K. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Two Calcium Hydroxide Formulations Against *Enterococcus faecalis*. *J. Endod.* 2005; 31(1): 53-56.
- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent. Clin. North Am.* 1974; 18: 269-296.
- Schirrmeister JF, Wrbas K-T, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 101(4): 542-547.
- Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-titanium instruments: applications in endodontics, Ishiyaku EuroAmerica. 1995.
- Shen Y, Coil J, Zhou H, Zheng Y, Haapasalo M. HyFlex nickel-titanium rotary instruments after clinical use: metallurgical properties. *Int. Endod. J.* 2013; 46(8): 720-729.
- Shen Y, Zhou H-m, Zheng Y-f, Campbell L, Peng B, Haapasalo M. Metallurgical characterization of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J. Endod.* 2011; 37(11): 1566-1571.
- Shen Y, Coil JM, Zhou H-m, Tam E, Zheng Y-f, Haapasalo M. ProFile Vortex instruments after clinical use: a metallurgical properties study. *J. Endod.* 2012a; 38(12): 1613-1617.
- Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Effect of environment on fatigue failure of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J. Endod.* 2012b; 38(3): 376-380.

- Shen Y, Zhou H, Coil JM, Aljazaeri B, Buttar R, Wang Z, Zheng Y-f, Haapasalo M. ProFile Vortex and Vortex Blue nickel-titanium rotary instruments after clinical use. *J. Endod.* 2015.
- Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J. Endod.* 1990; 16(10): 498-504.
- Sjögren U, Sundqvist G, Nair P. Tissue reaction to gutta-percha particles of various sizes when implanted subcutaneously in guinea pigs. *Eur J Oral Sci.* 1995; 103(5): 313-321.
- Smith C, Setchell D, Harty F. Factors influencing the success of conventional root canal therapy—a five-year retrospective study. *Int. Endod. J.* 1993; 26(6): 321-333.
- Spångberg LS. Evidence-based endodontics: the one-visit treatment idea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; 91(6): 617-618.
- Spili P, Parashos P, Messer HH. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J. Endod.* 2005; 31(12): 845-850.
- Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 2: treatment planning for retreatment. *J. Endod.* 1988; 14(12): 607-614.
- Stewart JT, Lafkowitz S, Appelbaum K, Hartwell G. Distortion and breakage of Liberator, EndoSequence, and ProFile systems in severely curved roots of molars. *J. Endod.* 2010; 36(4): 729-731.
- Stoeckel D, Yu W. Superelastic Ni--Ti Wire. *Wire journal international.* 1991; 24(3): 45-50.
- Strindberg LZ. The dependence of the results of pulp therapy on certain factors: an analytic study based on radiographic and clinical follow-up examinations, Mauritzon. 1956.
- Sundqvist G. Bacteriological studies of necrotic dental pulps, Department of Oral Microbiology, University of Umeå. 1976.
- Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998; 85(1): 86-93.
- Svec TA, Powers JM. The deterioration of rotary nickel-titanium files under controlled conditions. *J. Endod.* 2002; 28(2): 105-107.
- Tamse A, Unger U, Metzger Z, Rosenberg M. Gutta-percha solvents—a comparative study. *J. Endod.* 1986; 12(8): 337-339.

- Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *Int. Endod. J.* 2008a; 41(3): 191-196.
- Taşdemir T, Yildirim T, Çelik D. Comparative study of removal of current endodontic fillings. *J. Endod.* 2008b; 34(3): 326-329.
- Teplitsky P, Rayner D, Chin I, Markowsky R. Gutta percha removal utilizing GPX instrumentation. *J Can Dent Assoc.* 1992; 58(1): 53-58.
- TF Adaptive broşür.
http://web.sybronendo.com/Portals/162977/docs/tfa_tech_noruler.pdf, 2015
- Thompson S. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *Int. Endod. J.* 2000; 33(4): 297-310.
- Topçuoğlu HS, Demirbuga S, Tuncay Ö, Pala K, Arslan H, Karataş E. The Effects of Mtwo, R-Endo, and D-RaCe Retreatment Instruments on the Incidence of Dentinal Defects during the Removal of Root Canal Filling Material. *J. Endod.* 2014; 40(2): 266-270.
- Torrise L. The NiTi superelastic alloy application to the dentistry field. *Bio-Med Mater Eng.* 1999; 9(1): 39-47.
- Tripi TR, Bonaccorso A, Tripi V, Condorelli GG, Rapisarda E. Defects in GT rotary instruments after use: an SEM study. *J. Endod.* 2001; 27(12): 782-785.
- Troian C, Só M, Figueiredo J, Oliveira E. Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. *Int. Endod. J.* 2006; 39(8): 616-625.
- Turpin Y, Chagneau F, Vulcain J. Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. *J. Endod.* 2000; 26(7): 414-417.
- Ullmann CJ, Peters OA. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper nickel-titanium rotary instruments. *J. Endod.* 2005; 31(3): 183-186.
- Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1984; 58(5): 589-599.
- Vidučić D, Jukić S, Karlović Z, Božić Ž, Miletić I, Anić I. Removal of gutta-percha from root canals using an Nd: YAG laser. *Int. Endod. J.* 2003; 36(10): 670-673.
- Vieira E, França E, Martins R, Bueno V, Bahia M. Influence of multiple clinical use on fatigue resistance of ProTaper rotary nickel-titanium instruments. *Int. Endod. J.* 2008; 41(2): 163-172.

- Wada M, Takase T, Nakanuma K, Arisue K, Nagahama F, Yamazaki M. Clinical study of refractory apical periodontitis treated by apicectomy Part 1. Root canal morphology of resected apex. *Int. Endod. J.* 1998; 31(1): 53-56.
- 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): 346-351.
- Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *J. Endod.* 1987; 13(9): 453-457.
- Wilcox LR. Thermafil retreatment with and without chloroform solvent. *J. Endod.* 1993; 19(11): 563-566.
- Wilcox LR, Juhlin JJ. Endodontic retreatment of Thermafil versus laterally condensed gutta-percha. *J. Endod.* 1994; 20(3): 115-117.
- Wilcox LR. Endodontic retreatment with halothane versus chloroform solvent. *J. Endod.* 1995; 21(6): 305-307.
- Wolcott S, Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. Separation incidence of protaper rotary instruments: a large cohort clinical evaluation. *J. Endod.* 2006; 32(12): 1139-1141.
- Wycoff RC, Berzins DW. An in vitro comparison of torsional stress properties of three different rotary nickel-titanium files with a similar cross-sectional design. *J. Endod.* 2012; 38(8): 1118-1120.
- Yadav P, Bharath MJ, Sahadev CK, Ramachandra PKM, Rao Y, Ali A, Mohamed S. An in vitro CT Comparison of Gutta-Percha Removal with Two Rotary Systems and Hedstrom Files. *Iran. Endod. J.* 2013; 8(2): 59.
- Yared G, Dagher F, Machtou P. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after clinical use. *Int. Endod. J.* 2000; 33(3): 204-207.
- Yared G, Bou Dagher F, Machtou P, Kulkarni G. Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater Taper files. *Int. Endod. J.* 2002; 35(1): 7-12.
- Yared G, Kulkarni G. Failure of ProFile Ni-Ti instruments used by an inexperienced operator under access limitations. *Int. Endod. J.* 2002; 35(6): 536-541.
- Yared G, Kulkarni G, Ghossayn F. An in vitro study of the torsional properties of new and used K3 instruments. *Int. Endod. J.* 2003; 36(11): 764-769.
- Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int. Endod. J.* 2008; 41(4): 339-344.

- Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *J. Endod.* 2012; 38(1): 105-107.
- Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Detection rate of root canal orifices with a microscope. *J. Endod.* 2002; 28(6): 452-453.
- Yu D-G, Kimura Y, Tomita Y, Nakamura Y, Watanabe H, Matsumoto K. Study on removal effects of filling materials and broken files from root canals using pulsed Nd: YAG laser. *Journal of clinical laser medicine & surgery.* 2000; 18(1): 23-28.
- Yum J, Cheung GS-P, Park J-K, Hur B, Kim H-C. Torsional strength and toughness of nickel-titanium rotary files. *J. Endod.* 2011; 37(3): 382-386.
- Yusuf H. The significance of the presence of foreign material periapically as a cause of failure of root treatment. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1982; 54(5): 566-574.
- Zelada G, Varela P, Martin B, Bahillo JG, Magan F, Ahn S. The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments. *J. Endod.* 2002; 28(7): 540-542.
- Zuolo A, Mello J, Cunha R, Zuolo M, Bueno C. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int. Endod. J.* 2013; 46(10): 947-953.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Taha ÖZYÜREK

Doğum Yeri: Samsun, Türkiye

Doğum Tarihi: 08.06.1985

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce (ÜDS 75)

Eğitim Durumu:

Samsun Gülsüm Sami Kefeli İlköğretim Okulu, İlköğretim, 1991-1996

Samsun Anadolu Lisesi, Ortaöğretim, 1996-2000

Ordu Fen Lisesi, Lise, 2000-2003

Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Lisans, 2004-2010

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı,
Doktora, 2011-2015

Çalıştığı Kurumlar:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı,
Araştırma Görevlisi, 2011-

E-posta: taha.ozyurek@omu.edu.tr



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/LSG1

03.03.2015

Sayın Doç. Dr. Ebru Özsezer DEMİRYÜREK

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Kök kanal tedavisinin yenilenmesinde kullanılan farklı Ni-Ti döner aletlerin yüzey deformasyonlarının incelenmesi** başlıklı OMÜ KA EK 2014/ 733 Karar nolu Çekilmiş dişler üzerinde yapılacak in vitro çalışma nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre 24 .07.2014 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanamadığından projeye bütçe desteği sağlanıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra *başlanmasına* oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof. Dr. A.Tevfik SÜNTER
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

HASTA BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

ARAŞTIRMANIN ADI:

KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENİLENMESİNDE KULLANILAN FARKLI NİKEL TİTANYUM DÖNER ALETLERİN YÜZEY DEFORMASYONLARININ İNCELENMESİ

Gönüllünün Baş Harfleri << >>

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer bir başka çalışmada da yer alıyorsanız bu çalışmada yer alamazsınız.

BU ÇALIŞMAYA KATILMAK ZORUNDAMIYIM?

Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Eğer çalışmaya katılmama karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Katılmama karar verirsiniz, çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Bu durum sizin aldığınız tedavinin standardını etkilemeyecektir. Eğer isterseniz, bu klinik çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir. Ayrıca destekleyici firma çalışmayı sonlandırmaya karar verirse bu durumda da çalışmadan çıkartılacaksınız.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR? Açıklayınız

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı kliniğimizde “Kök Kanal Tedavisinin Yenilenilenmesinde Kullanılan Farklı Nikel Titanyum Döner Aletlerin Yüzey Deformasyonlarının İncelenmesi” başlıklı çalışma yürütülecektir. Hastaların diş eti hastalığı veya ortodontik nedenlerden çektirmiş olduğu tek köklü ve kök kanallı dişlerden gelişimini tamamlamış, kırık veya çatlağı olmayan dişler toplanacaktır. Bu dişlere kök kanal tedavisi yapılacaktır ve daha sonra bu dişlere kanal tedavisi yenileme işlemi uygulanacaktır. Kök kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında kullanılan nikel titanyum döner aletlerin yüzeylerinde meydana gelen deformasyonlar incelenecektir.

BENİM NE YAPMAM GEREKİYOR?

Çalışma doktorunuzun talimatlarına uymaya, randevu ve vizitelere katılmaya ve yukarıda anlatılan çalışmayla ilgili tüm işlemlere uymaya istekli olmalısınız. Çalışma doktorunuzu ziyarete belirlenen günlerde gelmelisiniz ve bir sonraki

ziyaretiniz de, ziyaretten ayrılmadan önce planlanmalıdır. Yine çalışmadan önce veya çalışma sırasında aldığınız başka herhangi bir tıbbi tedaviyi de çalışma doktoruna söylemeniz önemlidir.

ÇALIŞMAYA KATILMANIN OLASI YARARLARI NELERDİR?

Kök kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında kullanılan aletlerin kırılıp kök kanallarında kalması sonucunda ilgili dişlerin çekilmesi gerekebilmektedir. bu aletlerin kırılma nedenleri arasında kullanım sırasında yüzeylerinde meydana gelen deformasyonlar etkili olmaktadır. Bu amaçla farklı markalara ait nikel titanyum aletlerin kök kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında yüzeylerinde meydana gelen deformasyonların belirlenmesi önemlidir. Bu çalışma sonucunda hangi tip alette ne gibi yüzey deformasyonunun meydana geleceğinin gösterilmesi hedeflenmektedir.

GÖNÜLLÜ KATILIM

Bu araştırmaya katılma kararımı tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya katılmayı reddedebileceğim veya katıldıktan sonra istediğim zaman, bu tedavi kurumunda göreceğim bakım ve tedaviler etkilenmeksizin ve hiçbir sorumluluk almadan ayrılabileceğim bilincindeyim. Çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsam, ayrılma nedenlerimi, ayrılışımın sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağım tedavileri doktorumla tartışacağım.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE 24 SAAT ULAŞILABİLECEK KİŞİLER:

Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK Tel: 0532 456 70 29

Taha ÖZYÜREK Tel: 0505 260 27 49

Çalışmaya Katılma Onayı

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum.

Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Arş. Gör. Dt. Taha ÖZYÜREK ve/veya Doç. Dr. Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK

Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih