

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI NİKEL TİTANYUM EĞELERİN KÖK KANAL
ŞEKİLLENDİRMEDE VE RETREATMENTTAKİ
ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Hakan GÖKTÜRK

Samsun
Kasım-2011

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI NİKEL TİTANYUM EĞELERİN KÖK KANAL
ŞEKİLLENDİRMEDE VE RETREATMENTTAKİ
ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Hakan GÖKTÜRK

Danışman: Doç. Dr. Ali Çağın YÜCEL

Samsun
Kasım-2011

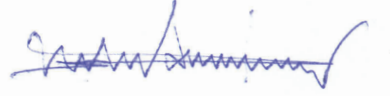
T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından Endodonti Programında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Faruk HAZNEDAROĞLU İstanbul Üniversitesi




Üye : Prof. Dr. Hikmet AYDEMİR Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Ahmet Umut GÜLER Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Ali Çağın YÜCEL Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Tezin Adı: Farklı Nikel Titanyum Eğelerin Kök Kanal Şekillendirmede ve
Retreatmenttaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi

Tezi Teslim Eden : Dt. Hakan GÖKTÜRK

Tez Savunma Sınav Tarihi: 14/11/ 2011

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ali Çağın YÜCEL

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurul'unca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof.Dr.Süleyman KAPLAN
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım ve eğitimimde bilgi birikimi ve deneyimi ile hep arkamda olan tez danışmanım Doç. Dr. Ali Çağın YÜCEL'e,

Tüm doktora eğitimim süresince benden desteklerini esirgemeyen değerli bölüm başkanım Prof. Dr. Hikmet AYDEMİR'e, yardımlarından dolayı tez izleme komitemin üyeleri Doç. Dr. Ahmet Umut GÜLER'e, Doç. Dr. Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK'e ve diğer tüm bölüm hocalarıma,

Tezimin büyük kısmında yararlandığım NetCAD yazılımını kullanmamda yardımlarını benden esirgemeyen Harita Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri Yrd. Doç. Dr. Aziz ŞİMAN ve eşi Yrd. Doç. Dr. Yasemin ŞİŞMAN'a,

Fen-Edebiyat fakültesi, Biyoloji bölümü öğretim elemanı Arş. Grv. Murat KARAVİN ve bölümümdeki birbirinden değerli tüm asistan arkadaşlarıma,

Tezimin istatistik kısmında bana yardımcı olan Halk Sağlığı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Melek Coşkun'a,

Çalışmalarım boyunca gösterdiği anlayıştan dolayı sevgili hayat arkadaşım Özge ve biricik kızım Asya'ya,

Tüm hayatım boyunca beni destekleyen ve bu günlere getiren sevgili anneme ve babama,

TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM

Bu çalışma PYO.DIS.1904.10.007 proje numarası ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafında desteklenmiştir.

ÖZET**FARKLI NİKEL TİTANYUM EĞELERİN KÖK KANAL
ŞEKİLLENDİRMEDE VE RETREATMENTTAKİ ETKİNLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Bu çalışmanın amacı 34-35° eğimli ve S şekilli kanala sahip rezin bloklarda beş farklı Ni-Ti eğenin (HeroShaper, Mtwo, ProTaper Universal, RaCe, Revo-S) kök kanal şekillendirilmede etkinliklerinin ve dört farklı Ni-Ti döner retreatment eğesi (D-RaCe, Mtwo R, ProTaper Universal Retreatment Files, R-Endo) ile el eğelerinin retreatmenttaki etkinliklerinin düz köklü dişlerde değerlendirilmesidir.

75 adet 34-35° eğimli ve 75 adet S şekilli kanala sahip toplam 150 blok HeroShaper, Mtwo, ProTaper Universal, RaCe ve Revo-S eğeleri ile genişletilmiştir (n=15 rezin blok). Preparasyon öncesi ve sonrası kaydedilen görüntülerdeki kanal şekli üzerinde bir bilgisayar çizim programı yardımıyla değerlendirme yapılmıştır. Preparasyon zamanı, kanaldan sapmalar ve alet deformasyonları kaydedilmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda RaCe eğelerinin her iki kanal tipinde diğer eğelere göre kanalı daha merkezi bir şekilde genişlettiği ve daha kısa zamanda preparasyonu tamamladığı tespit edilmiştir. Hiç eğe kırılmasına rastlanmamıştır. Her iki kanal tipinde de kanaldan en fazla sapma HeroShaper ve Revo-S gruplarında meydana gelmiştir.

Retreatment etkinliğinin değerlendirilmesi için 75 adet düz tek köklü, tek kanallı diş, K tipi eğeler ile genişletildikten sonra güta-perka ve AH Plus kanal patı ile soğuk lateral kondenzasyon yöntemine göre doldurulmuştur. Dişler her bir grupta 15 diş olacak şekilde rastgele beş gruba ayrılmıştır. Kök kanal dolgusu D-RaCe, Mtwo R, ProTaper Universal Retreatment eğeleri, R-Endo veya el eğeleri (Hedström eğeler ve Gates Glidden frezler) kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Retreatment işlemi sırasında oluşan hatalar, apikalden taşan dolgu miktarı ve retreatment zamanı kaydedilmiştir. Ayrıca kanal duvarlarının temizliği mesio-distal ve bukkal-lingual yönden alınan iki radyografide ve köklerin longitudinal olarak ikiye ayrılması ile stereomikroskopta X10

büyütmede artık dolgu materyali miktarı tespit edilerek değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Mtwo R grubunda 10 ege, ProTaper Universal Retreatment grubunda 2 ve R-Endo grubunda 1 ege kırılmıştır. Mtwo R grubu hariç tüm gruplar apikalden debris taşmıştır. Ni-Ti döner retreatment eğeleri el eğerlerinden daha çabuk kanal dolgusunu uzaklaştırmıştır. ProTaper Universal Retreatment grubu D-RaCe grubu hariç tüm gruplardan istatistiksel olarak daha hızlı bulunmuştur. Hiçbir grup kök kanal dolgusunu tam olarak uzaklaştıramamıştır. El egesi grubu kanalın apikal, orta ve koronal üçlüsünde diğer gruplara göre daha az artık kanal dolgusu bırakmıştır.

Sonuç olarak karşılaştırılan hiçbir sistem tam olarak kanal dolgusunu uzaklaştıramamıştır. El egesi grubu kanal dolgusunu uzaklaştırmak için diğer gruplara göre daha çok zamana ihtiyaç duymaktadır. Bununla beraber retreatment işlemi sırasında özellikle Ni-Ti döner eğerlerde kırık oluşma riski yüksektir.

Dt. Hakan GÖKTÜRK, Doktora Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun, Kasım-2011

ABSTRACT

**EVALUATION OF ROOT CANAL SHAPING ABILITY AND
RETREATMENT EFFECTIVENESS OF DIFFERENT NICKEL TITANIUM
FILES**

The aim of this in-vitro study is to evaluate the root canal shaping ability of five different Ni-Ti rotary instruments (HeroShaper, Mtwo, ProTaper Universal, RaCe, Revo-S) on simulated root canals with 34-35° curve and S shaped resin blocks and retreatment effectiveness of four Ni-Ti rotary retreatment instruments (D-RaCe, Mtwo R, ProTaper Universal Retreatment Files, R-Endo) and hand files on straight root canals.

A total of 150 simulated canals with 34-35° curve (75) and S shaped (75) in resin blocks were prepared with HeroShaper, Mtwo, ProTaper Universal, RaCe, and Revo-S instruments (n =15 resin blok in each case). Pre- and post-instrumentation images were recorded and assessment of canal shape was completed with a computer image analysis program. The instrumentation time, canal aberration, and instrument deformation were also recorded.

According to our results, on an average, canals prepared with RaCe instruments remained better centered compared with those enlarged with other instruments and took less instrumentation time in both of the canal types. No instrument fractured during preparation. HeroShaper and Revo-S groups were created more canal aberration in both of the canal types.

A total of 75 single-rooted teeth with a single straight canal were instrumented with K-files and filled using cold lateral compaction of gutta-percha and AH Plus sealer for evaluation of retreatment efficiency. The teeth were randomly divided into five groups of 15 specimens each. The root fillings were removed with D-RaCe, Mtwo R, ProTaper Universal Retreatment files, R-Endo or manual instruments (Hedström files and Gates Glidden burs). For all roots, the following data were recorded: apical extrusion, operating time (time of retreatment) procedural errors, duration of

retreatment. Additionally canal wall cleanliness was investigated through radiographically from two directions: mesio-distal and bucco-lingual and the roots were split longitudinally and evaluated in stereomicroscope with 10X magnification for residual filling material. Data were evaluated statistically.

Ten instruments fractured in the Mtwo R group, two in the ProTaper Universal Retreatment group, and one in the R-Endo group. All instruments except for Mtwo R showed extrusion of debris. The rotary Ni-Ti retreatment files proved to be faster than the hand instruments in removing root filling materials. ProTaper Universal R was significantly faster than the other groups except for D-RaCe. No system removed the root filling materials entirely. The manual instruments group had less filling material in coronal, middle, and apical thirds of the root canals than the other groups.

As a result, complete removal of root filling did not occur with any of the instrument systems investigated. Hand instruments group needed more time to remove fillings than the other groups. Nevertheless during retreatment there is a risk of instrument breakage, especially rotary Ni-Ti instruments.

Dt.Hakan GÖKTÜRK, Doctoral Thesis
University of Ondokuz Mayıs Samsun, November-2011

SİMGELER ve KISALTMALAR

mm	Milimetre
ml	Mililitre
ark	Arkadaşları
%	Yüzde
°	Derece
ISO	Internatinal Organization for Standardization
dk	Dakika
JPEG	Joints Photographic Experts Group
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
Ni-Ti	Nikel-Titanyum
EDTA	Etilendiamin tetra-asetikasit
W	Watt
SKK	Sınıf içi kolerasyon katsayısı
GA	Güven aralığı
ABD	Amerika Birleşik Devletleri

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	ii
Teşekkür	iii
Özet	iv
Abstract	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	viii
İçindekiler	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Yapıldıkları Alaşıma Göre Kök Kanal Aletleri	4
2.1.1. Karbon Çelik Alaşımlar	4
2.1.2. Paslanmaz Çelik Alaşımlar	4
2.1.3. Ni-Ti Alaşımlar	6
2.2. Ni-Ti Sistemler	15
2.2.1. Lightspeed	15
2.2.2. ProFile	16
2.2.3. Quantec	16
2.2.4. GT Döner Eğeler	16
2.2.5. Hero 642	17
2.2.6. RaCe	17
2.2.7. FlexMaster	18
2.2.8. ProTaper Universal	18
2.2.9. K3	20
2.2.10. Mtwo	20
2.2.11. HeroShaper	21
2.2.12. Revo-S	22
2.2.13. SAF	23

2.2.14. GT Series X	23
2.2.15. Twisted File	24
2.2.16. WaveOne	24
2.2.17. Reciproc	25
2.2.18. ProFile Vortex.....	26
2.3. Kök Kanal Preparasyon Etkinliğinin İncelendiği Yöntemler.....	26
2.4. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Oluşan İatrojenik Hatalar.....	28
2.5. Retreatment.....	30
2.5.1. ProTaper Universal Retreatment Eğeleri.....	31
2.5.1. R-Endo.....	32
2.5.3. Mtwo R	33
2.5.4. D-RaCe.....	34
2.6. Retreatment etkinliğinin incelendiği yöntemler.....	34
3. MATERYAL VE METOD.....	36
3.1. 34-35° Eğimli Kanallara Sahip Rezin Blokların Preparasyonu.....	39
3.2. S Şekilli Kanallara Sahip Rezin Blokların Preparasyonu.....	42
3.3. Rezin Blokların Preparasyonunun Değerlendirilmesindeki Kriterler.....	43
3.3.1. Kanalın genişletilme miktarı.....	43
3.3.2. Merkezde kalma yeteneği.....	43
3.3.3. Transportasyon yönü ve miktarı	43
3.3.4. Toplam genişletme miktarı.....	43
3.3.5. Çalışma zamanı	44
3.4. Retreatment İşleminde Kullanılacak Dişlerin Hazırlanması	44
3.5. Kök Kanalların Doldurulması.....	45
3.6. Retreatment İşlemi.....	46
3.7. Retreatment İşlemlerinin Değerlendirmesinde Uygulanan Yöntemler.....	49
3.7.1. Retreatment etkinliğinin radyografik olarak değerlendirilmesi	49
3.7.2. Retreatment etkinliğinin köklerin longitudinal olarak ikiye bölünmesiyle değerlendirilmesi.....	50

3.7.3. Apikalden taşan dolgu miktarının değerlendirilmesi	51
3.7.4. Çalışma zamanının değerlendirilmesi	51
3.7.5. Kanal aleti deformasyonu ve kırılma oranı.....	52
3.8. İstatistiksel Değerlendirme.....	52
4. BULGULAR.....	54
4.1. 34-35° Eğimli Kanallara Sahip Rezin Bloklarda Elde Edilen Bulgular ...	54
4.2. S Şekilli Kanallara Sahip Rezin Bloklarda Elde Edilen Bulgular.....	65
4.3. Retreatment İşlemlerinde Elde Edilen Bulgular	76
5. TARTIŞMA.....	81
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	108
7. KAYNAKLAR.....	109
8. ÖZGEÇMİŞ.....	126

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisi; kök kanal sistemindeki enfekte debrisin çıkarılması, kanal içi medikamanlar ve irrigasyon solüsyonlarıyla etkin bir kanal içi dezenfeksiyonun sağlanabilmesi için kök kanalın şekillendirilmesi ve kök kanal dolgusunun yerleştirilebileceği uygun bir boşluğun oluşturulması, apikal ve koronalde sıkı bir tıkama sağlayacak bir biçimde kök kanalının doldurulması işlemleridir (Pitt Ford ve ark., 2002).

Kök kanal tedavisinin en önemli basamaklarından birisi olan kök kanallarının biyomekanik temizlenmesi ve şekillendirilmesi işlemi apikal foramenin orijinal şekli ve pozisyonunun korunarak kök kanalına kanalın apikal ve lateral yönde tam olarak doldurulmasına yardımcı olacak konik bir form (flaring) verilmesi amacı ile yapılır (Schilder, 1974; Weine, 1982; Thompson, 2000). İstenilen “flaring” formunun verilmesi özellikle eğim gösteren kanalların apikal bölgelerinde sağlanması zordur ve preparasyon esnasında basamak, “zipping”, perforasyon, transportasyon gibi komplikasyonlar meydana gelebilir (Darendeliler, 2002).

Genel olarak dar ve eğri kanalların paslanmaz çelik eğeler ile şekillendirilmesi, zor ve zaman alıcı olmasının yanı sıra, apikal genişletmenin nispeten küçük boyutlu aletlerle sınırlandırılmasını gerektirmektedir (Eldeeb ve Boraas, 1985). Paslanmaz çelik eğeler küçük numaralarda göreceli bir esneklik gösterirken özellikle “International Organization for Standardization (ISO)” 25 numaradan daha büyük eğelerde esneklikten bahsetmek mümkün değildir. Bu aletler eğri bir kök kanalına yerleştirildiklerinde eski durumuna dönebilmek için apikal kısımda eğimin dışına doğru, orta kısımda ise eğimin içine doğru bir basınç uygulayarak bu bölgelerde istenmeyen genişletmelere (zip) neden olmaktadır (Esposito ve Cunningham, 1995; Haznedaroğlu, 1999; Çalışkan, 2006).

Birçok faktör endodontik başarısızlığa neden olabilir (Stabholz ve ark., 1994). Kanal tedavisinin yenilenmesini gerektiren başarısızlık sebeplerinin başında ilk tedavinin teknik yetersizliğine bağlı olarak gelişen mikrobiyal enfeksiyon veya kök kanal sisteminin

ortograd yoldan yeniden enfekte olması (Saunders ve Saunders, 1994), kök kanalının yetersiz temizlenmesi ve doldurulması (Abou-Rass, 1982) sayılabilir. Gözden kaçırılmış kanallar, basamak oluşumu, perforasyon, transportasyon, kırık alet, eksik veya taşkın kanal dolgusu, koronal sızıntı, post uygulama hataları, vertikal kırık oluşumu gibi diğer nedenlerle de başarısızlık meydana gelebilir (Ruddle, 1997).

Kök kanalı tedavisinin başarısız olduğu durumlarda uygulanması düşünülen ilk tedavi seçeneği cerrahi olmadan kök kanal tedavisinin yenilenmesidir (Lovdhal ve Gutmann, 1997). Amerikan Endodontistler Birliği terimler sözlüğü “Retreatment” sözcüğünü kanal şeklinin revizyonu, kök kanal dolgu materyalinin çıkarılması ve kanalın tekrar doldurulması olarak ifade eder (American Association of Endodontists, 1998). Retreatment işleminin ana hedefi apikal foramene tekrar ulaşabilmek için kök kanal dolgu materyalini tamamen uzaklaştırmak, böylece tüm kök kanal sistemini yeterince temizlenmesini ve şekillendirilmesini kolaylaştırmaktır (Stabholz ve Friedman, 1988). Önceki kanal dolgusu ne kadar iyi uzaklaştırılırsa kök kanal tedavisinin yenilenmesinde o kadar başarıya ulaşılır (Friedman ve ark., 1990).

Bu çalışmanın amacı; beş farklı Nikel-Titanyum (Ni-Ti) eğenin şekillendirme yeteneğinin ve güvenilirliklerinin iki farklı kanal tipine sahip şeffaf rezin blokta incelenmesi ve dört farklı Ni-Ti retreatment aletinin kök kanal retreatmentındaki etkinliğinin, temizleme yeteneğinin ve güvenilirliğinin el eğeleri kullanımı ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

Bu çalışmanın hipotezi; farklı Ni-Ti eğelerin farklı eğimlere sahip kök kanallarını şekillendirme yeteneklerinin ve retreatment işlemindeki yeterliliklerinin birbirlerinden farklı olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Kök kanal sisteminin anatomisinin incelendiği radyolojik çalışmalarda, kök kanallarının mesio-distal yönde olduğu gibi bukko-lingual yönde de eğim gösterdiği ve tüm kök kanallarının %85'inde eğrilik olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılara göre birçok kök kanalı ikinci ve hatta üçüncü bir eğime sahip olabilmektedir (Cunningham ve Senia, 1992). Kök kanalında birden fazla eğimin bulunması sanıldığından daha sıktır. Willershausen ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada maksillar birinci premolarların bukkal kök kanallarının %26'sında iki eğim bulunduğunu göstermişlerdir.

Kök kanal sistemi açılanmalarına göre ; düz açılı (5° ye kadar), hafif açılı (10° - 20° arası) ve sert açılı (25° - 70° arası) olarak sınıflandırılmıştır (Nagy ve ark., 1995). Düz kanallarda kök kanalı kökün ortasında yer alırken dentin kalınlığı bukko-lingual ve mesio-distal yönde eşittir. Fakat eğri kök kanallarında dentin kalınlığı bukko-lingual ve mesio-distal yönde eşit değildir. Bu tür kanallarda geniş kanal aletlerinin kullanımı veya ince dentin kalınlığı bulunan duvardan fazla eğeleme işleminin yapılması kanalın orjinal hattından sapmaya ve perforasyon riskine neden olur (Abou-Rass ve ark., 1980). Aşırı eğimli kök kanallarında veya birden fazla eğimi bulunan S tipi kök kanallarında kanalın orijinal şekline sadık kalınması özellikle geleneksel paslanmaz çelik el aletleri ile çok zordur (Schäfer ve Vlassis, 2004; Perez ve ark., 2005). Paslanmaz çelik eğelerinin sert bir yapıya sahip olması nedeniyle kök kanal duvarlarında aşırı lateral kuvvetler oluşturduğu ve transportasyona neden olduğu gösterilmiştir (Weine ve ark., 1975).

Endodontik tedavi esnasında hekimin en çok zamanını ayıracağı ve çaba göstermesi gereken tedavi evresi kök kanalının şekillendirilmesi olduğundan; son zamanlarda elle kullanılan kanal aletlerine alternatif olarak harici bir güç kaynağı ile beraber kullanılan enstrümanlar zaman kazandırdığı ve uygulamada kolaylık sağladığı için tercih edilmektedir. Bu amaçla endodontik angldrular, endomate sistemler, sonik ve ultrasonik cihazlar kullanılabilir. (Alaçam, 1990; Baker ve ark., 1998).

2.1. Yapıldıkları Alaşıma Göre Kök Kanal Aletleri

2.1.1. Karbon Çelik Alaşımlar

Endodontik tedavide ilk olarak üretilen ve 1960'lara kadar kullanılan kök kanal aletleri karbon çelikten üretilmiştir. Ancak bunlar korozyona eğilimlidir ve sterilizasyon sonucu fiziksel değişimler göstermektedir (Darendeliler, 2002). Yapılan çalışmalarda sterilizasyonun karbon çelik enstrümanlarda torsiyonel ve açılal dönme direncinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Younis, 1977). Bu dezavantajlarından dolayı paslanmaz çelik alaşımlar kullanılmaya başlanmıştır.

2.1.2. Paslanmaz Çelik Alaşımlar

Prensip olarak elle kullanım için üretilen geleneksel paslanmaz çelik eğeler tasarımlarına göre temel olarak; reamer, K-tipi eğe ve Hedström eğe olmak üzere üç farklı tipten oluşurlar.

Reamerların kesici kısımlarının her 1mm'lik kısmında ½ veya 1 kesici bıçağa sahiptir. Bu aletler kıvrılmış olduğundan kesme işlemi rotasyon sırasında oluşmaktadır. Reamerlar düz kanallarda yuvarlak ve "flaring" formu verilmiş bir preparasyon oluşturmalarına rağmen, eğri kanalların genişletilmesinde, özellikle de oval kesitli kanallarda transportasyona ve düzleşmeye neden olabilmektedirler (Schäfer, 1997).

İlk kez 1915 yılında tanıtılan K- tipi eğeler kare veya üçgen kesitli paslanmaz çelik telin bükülmesiyle veya torna-tıraşlama işlemi ile imal edilmiştir. Üçgen kesitli eğe aynı numaradaki kare kesitli eğeye göre daha esnektir. Bu özellikleri ve üstün kesme yeteneğine sahip olmaları nedeniyle şekillendirme esnasında kanalın transportasyon ihtimalini düşürme eğilimindedirler (Pitt Ford ve ark., 2002; Hülsmann ve ark., 2003). Bu eğeler "saat kurma", "çevir-çek" veya "dengeli kuvvet" hareketleri ile kullanılmaktadır.

Hedström eğeler açılı silindirik telden tornada hazırlanır. Kesitlerinde üst üste sıralanmış bir dizi koni görünümü vardır. Koni kenarları çok keskin olduğu için “çekme” (eğeleme) hareketiyle oldukça fazla dentin kaldırır fakat çekirdek çapları küçük olduğundan rotasyonel hareketlerde düşük kırılma direnci gösterirler (Pitt Ford, 2002).

Bu üç değişik alet tipi arasındaki esas farklılık kesici kenarlarının aletin uzun aksıyla yaptıkları açıdır. Bu açı aletlerin etkili olduğu çalışma hareketini belirlemektedir. Reamerların kesici kenarları ile uzun aksları arasındaki açı yaklaşık 10° - 30° iken, K-tipi eğelerde yaklaşık 25° - 40° arasındadır. Buna karşın Hedström eğelerin kesici kenarlarıyla uzun aksları arasındaki açı yaklaşık 60° - 65° 'dir. Bu yüzden reamer ve K- tipi eğeler esas olarak rotasyon hareketi ile Hedström eğeler ise çevresel eğeleme hareketiyle kullanılmak üzere tasarlanmışlardır (Tepel ve Schäfer, 1997).

Geleneksel enstrümanların delici bir uca, eğimin iç duvarından aşırı preparasyona neden olan 16mm'lik büyük bir kesici kısma ve aletin esnekliğini azaltan fazla bir kütleye sahip olmaları gibi eksiklikleri mevcuttur (al-Omari ve ark., 1992). Bu dezavantajlarından dolayı şekil olarak geleneksel reamerlara ve K-Tipi eğelere benzeyen uç kısımları modifiye edilmiş üçgen veya eşkenar dörtgen kesitli, daha esnek paslanmaz çelik el aletleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında aynı firma tarafından üretilen K-Flexoreamer ve K-Flexofile (Maillefer, Ballaigues, İsviçre), K-Flex eğe (Kerr Co., Romulus, Michigan, ABD), Flex-R (Union Broach, Emigsville, PA, ABD) ve Flexicut (VDW, Münih, Almanya) sayılabilir.

Eğri kök kanallarının preparasyonunda daha küçük çekirdek çapına sahip olan esnek paslanmaz çelik aletlerin, geleneksel reamer ve K-tipi eğelere göre daha başarılı oldukları yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (al-Omari ve ark., 1992; Tepel ve Schäfer, 1997). Bununla birlikte sertlikleri, kanal duvarında stres yaratmaları ve uzun bir kesici kısma sahip olmaları nedeniyle paslanmaz çelik eğelerin kullanımdaki güvenlik sorununun tam olarak ortadan kaldırılamadığı (Bertrand ve ark., 2001) ve aşırı eğri kanalların

genişletilmesinde esnek paslanmaz elik eğelerin bile kanal şeklinde istenmeyen değişikliklere yol açabileceği bildirilmiştir (Schäfer, 1997).

İlk kez 1899 yılında Rollins, kök kanal preparasyonu için motorla çalışan iğne şekilli, paslanmaz çelikten yapılmış kök kanal delicisini tanıtmıştır. Ancak 1958’de “Racer” ve 1964’te “Giromatic” tanıtılana kadar döner aletlerle kök kanal preparasyonu dönemi ciddi şekilde başlayamamıştır (Beer ve ark., 2000). Daha sonra üretilen “Canal Leader 2001” ve diğer sistemlerle yapılan olumsuz laboratuvar çalışmaların çokluğu nedeniyle bu aletlerin pek çoğu rutin kullanım için tavsiye edilmemiştir (Thompson ve Dummer, 2000a; Garip, 2001). Bu olumsuzlukların angldruvanın kendi mekanik özelliklerinden ziyade paslanmaz elik aletlerin yetersiz esnekliğinin sonucu olabileceği bildirilmiştir (Thompson ve Dummer, 2000a). Genellikle debrisi iyi temizleyememeleri, konik bir şekil oluşturamadan görünür bir biçimde düzleşme ve eğri kanalarda basamak oluşturma eğiliminde olmaları ve özellikle aletlerin eğeleme hareketi ile kullanımı sırasında debrisi apikal yönde itmeleri bu sistemlerin en önemli eksiklikleri olarak bildirilmiştir (Walton ve Torabinejad, 2002).

Paslanmaz elik kanal eğelerinin kırılğan ve yeteri kadar esnek olmamasının getirdiği problemler, yeni materyallerin araştırılmasını zorunlu kılmıştır. Bunun sonucunda Ni-Ti eğeler geliştirilmiştir (Chernick ve ark., 1976; Darendeliler, 2002).

2.1.3. Ni-Ti Alaşımlar

Diş hekimliğinde ilk kez ortodontik tedavide ark teli olarak kullanılmış (Stoeckel ve Yu, 1991) olan Ni-Ti alaşımlar son yıllarda esneklik ve diğer fiziksel özellikleri sebebiyle endodontide de kullanımı hızla yaygınlaşmıştır.

a-Ni-Ti Eğelerin şekil Özellikleri

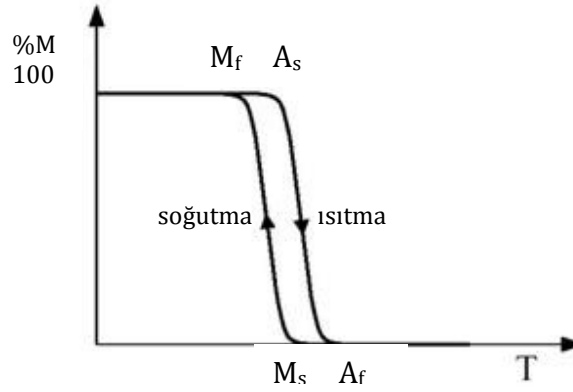
ISO standartlarına göre aletler .02 taperlıdır (Weine, 1982). Bu nedenle geleneksel Ni-Ti kanal aletlerinde de kanal aletinin çapı her milimetrede 0,02mm artmaktadır. Bununla birlikte Ni-Ti esaslı döner aletlerde bu kuralın dışına çıkılmış; .04, .06 tapera sahip kanal

aletleri üretilmiştir. Hatta bazı şekillendirme sistemlerinde, .19'a varan taper açısına sahip kanal aletleri bulunmaktadır (Ruddle, 2005).

Taper açısındaki farklılıklar dışında, Ni-Ti esaslı döner aletler, değişik yatay kesiti ve bıçak tasarımları ile de karakterize olmaktadır (Bergmans ve ark., 2001). Lightspeed, GT, ProTaper gibi bazı sistemlerde, aletin kesici bölümü 16mm' den daha aza indirilmiştir. Kanal duvarında çentik, basamak oluşumu ve perforasyona neden olmamak için kanal aletlerinin uçları yuvarlatılmıştır (Thompson ve Dummer, 1997a; 1997b; 1997c).

b- Ni-Ti eğerlerin Alaşım Özellikleri

Ni-Ti alaşımlar %55 Nikel ve %45 Titanyumdan oluşur (Lautenschlager ve Monaghan, 1993) . %55 ya da %60 oranında Nikel içeren Nitinol alaşımlar süper elastik davranış gösterirler ve deformasyonu takiben yükün kalkması ile orijinal şekillerine dönüşebilirler (Revathi ve ark., 2001, Darendeliler, 2002). Paslanmaz çelikte olduğu gibi Ni-Ti alaşımları da mekanik gerilime ve sıcaklığa karşı iki farklı kristal yapı gösterirler. Düşük ısıdaki fazı martensitik veya daughter faz olup yüksek ısıdaki fazı austenitik veya parent fazdır (Baumann, 2004). Austenitik kristal yapı, bir T_0 sıcaklığında termodinamik dengededir. Kristal yapı, T_0 sıcaklığından hızla soğutulursa, kritik bir değerden sonra austenitik içerisinde martensitik yapı oluşmaya başlar. Bu sıcaklığa “martensitik başlama sıcaklığı” (M_s) denir ve değişik alaşımlar için farklı değerlere sahiptir. M_s sıcaklığında başlayan martensitik dönüşüm, belli bir sıcaklık aralığında devam eder ve durur. Dönüşümün bittiği bu sıcaklığa “martensitik bitiş sıcaklığı” (M_f) denir. Martensitik dönüşüm tersinir bir olaydır. Yani martensitik yapıdaki numune ısıtılınca tekrar ana faz olan austenitik yapıya dönüşür. Austenitik faza dönüşüm, kritik bir sıcaklıkta başlayıp belli bir aralıkta devam ettikten sonra tamamlanır. Bu sıcaklıklar “austenitik başlama” (A_s) ve “austenitik bitiş” (A_f) sıcaklıkları olarak adlandırılır (Şekil 1) (Aydoğdu, 1995).

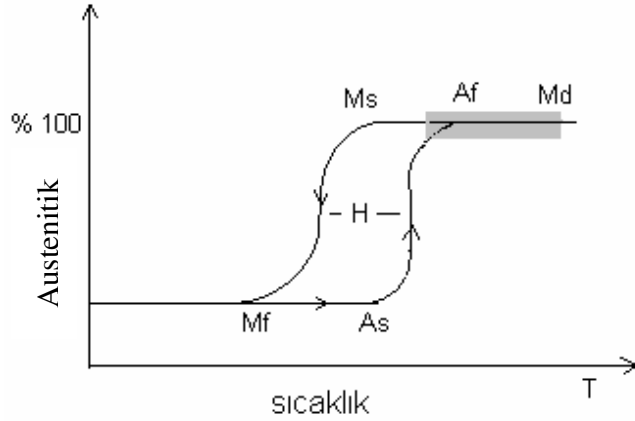


Şekil 1. Martensitik ve austenitik faz değişimleri (Dilibal, 2005)

Austenitik fazdan martensitik faza geçiş üç yolla olur ve bunlardan ikisinde R-fazı denen bir faz gözlenir. (i) Direk dönüşüm: Austenitik fazdan martensitik faza geçiş veya tersine reaksiyondur ve R-fazı asla gözlenmez. (ii) Simetrik R-fazı dönüşümü: Faz değişimleri arasında birbirine yakın pik denen yapılar gözlenir. Simetrik R-fazı dönüşümünde pikler birbirlerine daha yakın seyrediler ve R-fazı gözlenir. (iii) Asimetrik R-fazı dönüşümü: Austenik fazdan martensitik faza geçişte gözlenir. R-fazı austenik fazdan daha kararlı olmadığı için hızla austenite geçiş gözlenir (Duerig ve ark., 1990). R-fazı Ni-Ti alaşımın çok küçük sıcaklık değişikliklerinde ve kısa sürede şekil değiştirmesine izin verdiği için endüstriyel kullanım kolaylığı sağlamaktadır (Dilibal, 2005). R-fazında üretilmiş Ni-Ti eğerlerin geleneksel Nitinol'den üretilmiş eğerlere göre daha esnek ve döngüsel yorgunluğa daha dirençli olduğu tespit edilmiştir (GT Series X Brouchure, 2008).

Ni-Ti alaşımların faz değiştirme ve bu faz değiştirme sırasında verdiği şekil koruma özelliği onun şekil hafızasını oluşturur (Stoeckel ve Yu, 1991). Şekil hafızalı alaşımların süperelastik özelliğinin kullanılabilmesi için alaşımın sıcaklığının austenitik sıcaklığı üzerinde olması ön koşuldur. Bunu sağlamak için çoğunlukla endüstriyel uygulamalarda alaşımın oda sıcaklığında Af üzerinde bulunduğu durumlar tercih edilir. Örneğin alaşımın süperelastik özelliği kullanılarak geliştirilen Ni-Ti diş tellerinin Af sıcaklığı -5 ile 10°C arasında bulunmaktadır. Böylece ağız içi kullanımlarda alaşım her zaman austenitik sıcaklığı üzerinde bulunur. Alaşım belli bir sıcaklıkta austenitik fazdayken, mekanik bir kuvvetin uygulanması ile de martensitik faza geçebilir. Şekil 2'de

şekil hafızalı alaşımların süperelastik özellik gösterdiği Af - Md (Gerilmenin neden olduğu martenzit) bölgesi gösterilmiştir. Ni-Ti şekil hafızalı alaşım austenitik (Af) sıcaklığı üzerinde iken, gerilmeye maruz bırakıldığında gerilmenin neden olduğu martensitik plakalar oluşmaya başlar. Kopma gerilmesine gelmeden alaşım üzerine uygulanan gerilme kaldırıldığında alaşım ilk şekline geri döner (Dilibal, 2005). Ni-Ti eğenin herhangi bir deformasyon işareti olmaksızın orijinal formuna geri dönmesi hafıza etkisi olarak bilinir. Bununla birlikte bu faz değişimleri; klinisyen farkına varmadan kanal aletinde ani bir fraktür oluşturabilir (Baumann, 2004).



Şekil 2. Gerilim nedeni ile oluşan faz değişimi (Dilibal, 2005)

Ni-Ti alaşımların orijinal şekillerine dönebilme yeteneği "shape memory effect" olarak adlandırılır (Serene ve ark., 1995). Oysa paslanmaz çelik gibi metaller benzer bir etki karşısında plastik deformasyona uğradıklarından, geri dönüşümsüz olarak şekil değiştirirler (Revathi ve ark., 2001). Ni-Ti alaşımının süperelastisitesi sıradan metallerden yaklaşık on kat daha fazladır (Thompson, 2000). Walia ve ark. (1988) elastik modülünün düşük olması nedeniyle Ni-Ti eğenin paslanmaz çelik eğeden 2-3 kat daha esnek olduğunu ve yüksek kırılma direnci gösterdiğini bildirmiştir. Ni-Ti eğelerin esneklikleri nedeniyle eğri kanallarda "zipping", basamak ve perforasyon oluşturma eğilimi azdır (Coleman ve Svec, 1997). Bu özellikleri ile Ni-Ti eğeler eğri kanallarda daha güvenli kullanılabilir.

Ni-Ti aletlerin esnek paslanmaz çelik eğelere göre daha az kanal transportasyonuna neden oldukları, daha az dentin kaldırdıkları, preparasyon süresini kısalttıkları, daha iyi merkezde kaldıkları ve yuvarlak kanal şekli oluşturdukları bildirilmiştir (Zmener ve Balbachan, 1995). Gambill ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada Ni-Ti enstrümanların paslanmaz çelik enstrümanlara göre daha az transportasyona sebep olmalarının sebebini Ni-Ti enstrümanların kesme etkinliğinin az olmasına bağlamışlar, Ni-Ti aletlerin orjinal kanal anatomisini korurken, perforasyon ve tehlikeli bölgelerin oluşma riskini azalttıklarını rapor etmişlerdir. Buna karşın, Ni-Ti alaşımın kullanılmasıyla esnekliği artan endodontik aletlerin her zaman en iyi şekillendirme yeteneğine sahip oldukları sonucuna varılamayacağını bildirmişlerdir. Glossen ve ark. (1995) birçok avantaja rağmen Ni-Ti eğelere ön eğimin verilememesi ve küçük boyutlardaki eğelerin aşırı esnek olmaları nedeniyle kanal içindeki bazı engelleri aşmasının zor olabileceği bu nedenle dar kanalların preparasyonunda paslanmaz çelik eğelerin ilk olarak tercih edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Serene ve ark. (1995) Ni-Ti aletlerde kesici kenarların aletlerin gövdesinden (korundan) daha yumuşak olduğunu göstermişlerdir. Buna göre, Ni-Ti eğelerin kesme etkinliği, paslanmaz çelik eğelere göre daha düşük olup daha fazla aşınma göstermeleri nedeniyle eğelerin sık değişimi gerekmektedir (Schäfer ve Tepel, 1996). Ni-Ti aletlerin kesme etkinliği tam olarak değerlendirilememiş olmakla birlikte, paslanmaz çelik eğelerden %50 daha azdır (Schäfer, 1997). Bu nedenle, modern endodontik eğeler daha büyük taper ile kullanılır. Bu durum, kesme etkinliği ile birlikte aşınmayı da artırdığından, Ni-Ti eğeler bazı hekimler için tek kullanımlık hale gelmiştir (Uyanık, 2005).

Ni-Ti el eğelerinin beklentileri karşıladığı düşünülse de bu alaşımdan üretilen aletlerin dentini kesme kapasitelerinin yetersizliği nedeniyle kök kanal tedavisini hem diş hekimi hem de hasta açısından sıkıcı hale getiren uzun çalışma süresini kısaltmadığı belirtilmiştir (Yücel ve Özsezer, 2007). Son yıllarda daha önce kullanılan döner aletlerle kök kanal şekillendirme yöntemleri, Ni-Ti kanal aletlerinin olumlu özelliklerini de arkasına alarak geliştirilmiş ve kök kanal şekillendirmesinde yeni bir kavram olarak "düşük devirli

motorlarla çalışan Ni-Ti esaslı döner aletler” gündeme gelmiştir. Döner Ni-Ti aletlerin ilk örneği ”Lightspeed” (Lightspeed Technology Inc. San Antonio, TX, ABD) dir. Bu sistemlere örnek olarak; ProFile .04 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), GT (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Quantec (Tycom, Irvine, ABD), Hero 642 (Micro-Mega, Besançon, Fransa), FlexMaster (VDW, Münih, Almanya), EasyRaCe (FKG Dentaire, İsviçre), ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), ve HeroShaper (Micro-Mega, Besançon, Fransa) verilebilir.

Tork kontrollü endodontik motorlara takılarak kullanılan Ni-Ti eğeler, paslanmaz çelik eğelere göre eğri ve dar kanallarda oluşabilecek komplikasyonları minimuma indirmeleri (Wu ve Wesselink, 1995), torsiyonel fraktürlere karşı daha iyi direnç göstermeleri, esneklik ve şekil hafızasına sahip olmaları gibi avantajlarıyla daha kısa zamanda daha etkin bir preparasyon sağlamaktadırlar (Walia ve ark., 1988).

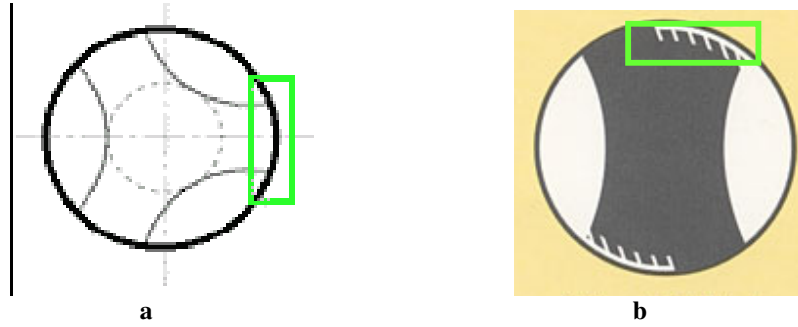
Hem çekilmiş dişlerde hem de rezin bloklarda yapılan çalışmalarda Ni-Ti döner aletler paslanmaz çelik el aletleri ile karşılaştırıldığında daha hızlı, daha merkezi, daha yuvarlak ve daha konservatif bir şekillendirme yapabildiği gösterilmiştir (Glossen ve ark., 1995). Geleneksel endodontik eğeler .02’lik bir tapera sahipken yeni üretilmiş Ni-Ti eğelerin çoğu farklı tapera sahiptir. Ni-Ti aletlerin kullanımının diş hekimince kısa sürede öğrenilebileceği, daha az alet kullanarak daha az işlem basamağı ile istenilen ideal kanal şeklinin oluşturulmasına izin verebileceği belirtilmiştir (Buchanan, 2000). Ni-Ti aletler paslanmaz çelik aletlerden iki veya üç kat daha esnektirler, bu özellik bilhassa eğimli kök kanallarının hazırlanmasında kullanışlılıklarını artırır (al-Omari ve ark., 1992). Esnek olan Ni-Ti aletler eğri ve dar kök kanallarında daha az komplikasyona neden olabilir (Thompson ve Dummer, 1997d). Günümüzde yüksek tork gücüne sahip, düşük devirli mikromotor benzeri cihazlarla veya aynı özelliklere sahip elektrikli motorlarla çalışan Ni-Ti kök kanal şekillendirme sistemlerinin gelişimi kök kanal tedavisinin başarısını olumlu yönde etkilemiştir (Glickmann ve Koch, 2000).

Bu avantajlara rağmen, üreticiler kullanım kolaylığını ve emniyetini artırmak için yeni uç tasarımlı ve taperlı Ni-Ti sistemler üretmektedirler (Aydın ve ark., 2008). Günümüzde farklı geometrik tasarımlarda birçok döner Ni-Ti eğe mevcuttur (Schirrmeyer ve ark., 2006b). Yeni Ni-Ti sistemlerin üretimi; şekillendirme yeteneği ve güvenilirlik konularının araştırılmasını daha önemli hale getirmiştir; çünkü üreticiler ürettikleri yeni sistemlerinin daha etkin, daha esnek ve kırılmalara karşı daha dirençli olduklarını iddia etmektedirler (Aydın ve ark., 2008).

Son dönemde üretilen her yeni döner ege sistemi yeni bir jenerasyon olduğunu iddia etse de tasarım özelliklerine göre sınıflandırılan 2 temel jenerasyon hala geçerliliğini sürdürmektedir. 1. Jenerasyon eğeler kesici bıçakları boyunca radyal alan ve sabit tapera sahiptir. Bunlara örnek ProFile .04, .06 ve GT'ler (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Quantec (NT Company, Chattanooga, Tn), K3 (SybronEndo, West Collins Orange, Ca, ABD) verilebilir. 2. Jenerasyon eğelerde radyal alan yoktur ve bu aletlerin keskin kenarları vardır. Örneğin Hero 642, HeroShaper ve HeroApical (MicroMega, Besançon, Fransa), RaCe, Mtwo ve ProTaper Universal.

Ni-Ti aletlerde uç dizaynı olarak kesici ve kesici olmayan uç olmak üzere iki tip dikkati çekmektedir (Koch ve Brave, 2002; Küçükay ve ark., 2004). Döner eğelerdeki kesici uçlar çok agresiftirler. Kesici uçlar, dar ve kalsifiye kanallara girme kabiliyeti olsa da iki ciddi sakınca doğurmaktadırlar. Bunların ilki, egeğin kök dışına çıkmasıdır. Kesici olmayan bir uçla kök dışına taşmak, kök ucunda düzgün bir yuvarlak oluşturur ve bu, standardize bir güta-perkayla doldurularak kolaylıkla giderilebilir. Bununla birlikte, kesici uçlarla oluşturulan perforasyon, kök ucunun elips bir şekil almasına neden olarak tamiri ve doldurulması zor bir komplikasyona neden olur. İkinci sakınca ise kesici uçlu eğelerin kök kanalında zip, dirsek, transportasyon gibi sapma oluşturma potansiyelidir (Glickman ve Koch, 2000). Egeğin, kök ucunda uzun süre tutulmasıyla sapma oluşabilir. Teorik olarak kesici uç, kök ucuna gelindiğinde hemen geri çekilirse sapma oluşturmaz. ProFile, GT ve K3 kesici olmayan uç taşıırken ProTaper kesici uca sahiptir (Koch ve Brave, 2002).

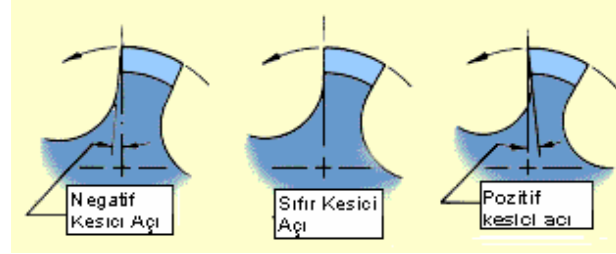
Radyal alan (Şekil 3a ve b), aksiyel olarak merkezi akstan ve mümkün olduğu kadar kesici kenardan uzak, yivler arasında bir yüzeydir (Küçükay ve ark., 2004). Enstrümanların kanal duvarını kontrolsüz bir şekilde kesmesini ve böylece istenmeyen transportasyon oluşmasını engeller ve enstrümanın kanal merkezinde kalmasını sağlar. Bu alan aynı zamanda enstrümanların dayanıklılığını da artırır (Darendeliler, 2002). Döner eğeler ya tam radyal alanlara sahiptirler ya da radyal alanlar eğenin içine gömülüdür. Bunlardan hangisinin en iyi alan tipi olduğuna ilişkin tartışmalar halen devam etmektedir. Bazı araştırmacılar tam radyal alanın eğenin merkezde kalmasına yardımcı olduğunu savunmaktadır. Buna karşın bazı araştırmacılar ise gömülü radyal alanın eğenin maruz kaldığı sürtünme direncini azalttığını savunmaktadır (Koch ve Brave, 2002).



Şekil 3. a: Tam radyal alanı bulanan Ni-Ti eğe kesiti (Uyanık, 2005) **b:** Radyal alanı eğenin içine gömülmüş Ni-Ti eğe kesiti (<http://www.sybronendo.com/index/sybronendo-shape-quantec-system-02>, 2011)

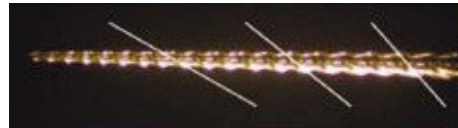
Kesme (rake) açıları da önemli bir parametre olup, bir aletin kesme etkinliğini belirlemektedir. Kesme açısı aletin uzun aksına dik olan kesitle, kesici yüzeyin oluşturduğu açıdır. Kesici açı ise, eğe kesici kenara dik kesildiğindeki çap ile kesici kenar arasındaki açıdır (Şekil 4) (Koch ve Brave, 2002). Pozitif kesme açısı, nötral kesme açılarından daha etkin kesecektir. Çoğu konvansiyonel endodontik eğe negatif ve nötral kesme açısı gösterir. Negatif kesme açısı daha az agresiftir, fakat eğenin kesiciliği gövde dizaynıyla değiştirilebilir (Küçükay ve ark., 2004). Modifiye K tipi eğeler; bıçağı ve progresif konikliği sayesinde kesiciliği etkindir. Bununla birlikte ideal kesme açısının tam pozitif olması yerine çok az pozitif olması da önerilmiştir. Tam pozitif kesme açısı, dentinin

delinmesine ve kazınmasına ve buna bağlı kırılmalara sebep olabilir. K3 ve HeroShaper hafif pozitif kesme açısına sahip eğelerdir.



Şekil 4. Farklı kesici açılar (Uyanık, 2005)

Helikal yiv açıları (Şekil 5) döner eğelerin performansını artıran diğer bir özelliktir. Helikal açı, kesici kenarla eğenin uzun aksı arasındaki açıdır (Koch ve Brave, 2002; Küçükay ve ark., 2004). Döner ege kanalda iken, dentinal debrislerin çabuk ve etkin bir biçimde uzaklaşması arzu edilir. Sabit helikal yiv açısına sahip eğeler, debrisin özellikle eğenin koronal kısmında birikmesine neden olur. Çalışma boyunca aynı helikal açı gösteren eğeler vidalanma kuvvetlerine karşı daha savunmasızlardır. Yiv açısının değişken olmasıyla debris daha etkin uzaklaştırılır ve eğenin kanal içine vidalanma olasılığı azalır. Değişken helikal açı özelliğini taşıyan ilk döner ege sistemi GT'dir. K3 ve HeroShaper, uçtan sap kısmına doğru artan bir helikal açılama gösterir. Bu dizayn sonucunda, debrisin kolay bir şekilde uzaklaştırılması sağlanır. RaCe egesinde, çalışma boyu boyunca spiral olan ve spiral olmayan kısımların kullanılmasıyla rotasyonel torku azaltan alternatif helikal dizayn geliştirmiştir. Bu dizaynın özelliği, eğenin kanal içine sıkışma olasılığını azaltmasıdır (Baumann, 2005).



Şekil 5. Değişken helikal açıları (Uyanık, 2005)

Sarmal (pitch); uzunluk birimi başına spiral sayısıdır. Sabit sarmal ve sabit helikal açılı kanalın içine sıkışmayı sağlar. Sabit taperlı eğeler kullanıldığında, bu durum, özellikle belirgindir (Koch ve Brave, 2002; Küçükay ve ark., 2004). HeroShaper eğesi, taper miktarı artıkça azalan sarmal sayısı gösterir.

Bu özellikler göz önünü alınarak üretici firmalar çok çeşitli Ni-Ti döner aletler geliştirmişlerdir. Tüm eğe sistemlerinin amacı kök kanalını en iyi şekilde temizlemek ve şekillendirilmesidir.

2.2. Ni-Ti Sistemler

2.2.1. Lightspeed (Lightspeed Technology, Inc., San Antonio, TX, ABD)

Küçük bir kesici bıçak ucu sayesinde diğer Ni-Ti döner eğelerden farklılık gösteren 20–140 numara arasında eğelerden oluşmaktadır. Bu sistemde 60 numaraya kadar ara numaralar (22,5 ve 27,5 gibi) da bulunur. 1000–2000devir/dk arasında kullanılmaları önerilir. Bu sistemdeki eğeler hiçbir durumda 750devir/dk altındaki hızlarda kullanılmamalıdır (Spangberg, 2002). Eğeler, kesici olmayan uca sahiptir. Eğenin ucunda konumlanmış negatif kesme açısına sahip iki adet kesici bıçaktan oluşmaktadır (<http://www.discusdental.com/lightspeed.php>, 2011). Kırılma potansiyeli diğer Ni-Ti sistemlerle aynıdır. Üretici firma kanal genişletilirken numara atlanmaması gerektiğini belirtmiştir. Spirallere sahip olmayan uzun ve esnek gövdesi eğri kanallara uyum sağlar. Böylece transportasyon oluşturma olasılığı çok azdır, kanal istenen şekilde genişletilebilir. Olası kırılmalar durumunda aletin yapısı kolayca uzaklaştırmaya veya by-pass yapılmasına izin vermektedir (Yücel ve Özsezer, 2007). Bu sistem kullanılarak koroner üçlüde aşırı genişletme yapılmadan normal apikal preparasyondan daha fazla genişletme yapılabileceği bildirilmiştir (Zuckerman, 2003).

2.2.2. ProFile (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre)

ProFile sistemi sap kısmında üç kırmızı kuşak bulunan ProFile Orifice Shaper (.05-.08 taperlı 20-80 numara), sap kısmında iki kırmızı kuşak bulunan .06 taperlı 15-40 numaralı, sap kısmında bir kırmızı kuşak bulunan .04 taperlı 15-90 numaralı, sap kısmında bir mavi kuşak bulunan .02 taperlı 15-40 numaralı eğelerden oluşmaktadır. ProFile enstrümanlara enine kesitten bakıldığında üç radyal alan ve her radyal alanın iki yönlü hafif negatif kesme açısına sahip kenarları olduğu görülür. Bu radyal alanlar enstrümanın kanalın merkezinde kalmasını sağlar. Kesici kenarlar dentinde aktif kesme ve vidalanma olmaksızın kazıma yaparlar. Radyal alanlar birbirlerinden üç “U” şekilli oluk ile ayrılmıştır. Çalışma sırasında bu oluklarda debris birikmekte ve koronere ilerleyerek dışarı atılmaktadır. 150-300devir/dk hızla kullanılmaları tavsiye edilmiştir. (Peters, 2006; http://www.dentsplymea.com/sites/default/files/Brochure_ProFile.en_.pdf, 2011).

2.2.3. Quantec (Tycom, Irvine, CA, ABD)

Quantec eğe serisi .02, .03, .04, .05, .06, .08, .10, .12 tapera sahip Ni-Ti döner eğe serisinden oluşur. Hepsinin apikal çapı 0,25mm'dir. Ancak 15–60 numara arasında .02 taperlı enstrümanları da mevcuttur. Pozitif kesme açısına sahip Quantec eğelerde iki oluk bulunur. Değişken sarmal açısına sahip olması da Quantec eğenin dentine saplanma ihtimalini azaltır. Yaklaşık 340devir/dk hızda kullanılması tavsiye edilmiştir. Axxess Quantec eğelerin sap kısmının uzunluğu diğer Ni-Ti döner eğe sistemlerinden %30 kısadır (Thompson ve Dummer, 1998a; Himel ve ark., 2006, <http://www.sybronendo.com/index-/sybronendo-shape-quantec-system-02>, 2011).

2.2.4. GT Döner Eğeler (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre)

Profile eğelerine ilave olarak düşünülmüştür. Dört farklı taperlı (.10, .08, .06, .04) apikal çapları 0,20, 0,30 ve 0,40mm olan 3 ayrı seriden ibaret kök kanal eğelerinden oluşmaktadır. 300devir/dk'da kullanılmaları tavsiye edilmiştir. Bazı zor vakalarda 150devir/dk'da, aksesuar eğelerin ise (.12 taperlı 35, 50 ve 70 numaralı eğeler) 500devir/dk'da kullanılması tavsiye edilmiştir. Uç kısımları kesici özellikte değildir. ProFile eğelerin sahip olduğu “U” şekilli oluklar ProFile GT eğelerde daha siliktir (Himel

ve ark., 2006; <http://www.dentsply.co.uk/Products/Endodontics/Endodontic-Files/Rotary-Files/System-GT-Rotary-Files.aspx>, 2011).

2.2.5. Hero 642 (Micro-Mega, Besançon, Fransa)

Bu sistem adını “High Elasticity in Rotation” cümlesinin baş harflerinden almıştır. Eğe tasarımı aynı firmanın ürettiği Helifile’den esinlenmiştir. Eğin üçlü heliks kesiti pozitif kesme açısına sahiptir. Oluklar arasında dereceli olarak artan uzaklık kök kanalı içine sıkışma riskini azaltır. K3 eğelerdeki gibi kor kısmı geniştir. Alet kanal duvarlarına üç ayrı noktadan temas ederek merkezde kalabilir. Radyal alanlar yoktur; ancak alet üzerinde periferine ulaşmayan ve gelen kuvvetleri azaltan alanlar bulunur. Bu sistemde eğe uçları yuvarlatılmış olduğundan perforasyon riski düşüktür (Schäfer, 2001). 300–600devir/dk’da kullanılmaları önerilir. ISO 20–45 arasında numaraları mevcuttur. Her numaranın .02 taperlı enstrümanı bulunur. 20, 25 ve 30 numaralarda .04 ve .06 taperlı eğeler mevcuttur. Kanal eğrilik derecesine göre önerilen kullanım sıraları aşamaları adım adım gösteren bir organizasyon üzerinde gösterilmiştir. Düz kanallarda kutudaki mavi çizginin, orta zorluktaki kanallarda kutudaki kırmızı çizginin, eğri kanallarda kutudaki sarı çizginin takip edilmesi önerilmiştir (<http://www.micro-mega.com/anglais/produits/hero642/index.php>, 2011).

2.2.6. RaCe (FKG, Dentaire Sa, La Chaux-de-Fonds-İsviçre)

‘Reamer with Alternating Cutting Edges’ kelimelerinin baş harflerini verilerek tanımlanan sistemin koronal genişletme için üretilen .10/40, .08/35, .08/30 ve .06/30 “PreRaCe” eğelerinin yanında apikal genişletmede kullanılmak üzere .02 taperlı 15-60 numaralı, .04 taperlı 10-40 ve 50 numaralı ve .06 taperlı 10-40 numaralı eğeleri mevcuttur. .02 taperlı 15 ve 20 numaralı eğeler kare kesitli olup diğer tüm eğeler eşkenar üçgen kesitlidir (http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images/download/flyer_race/fkg_flyer_race_an_lowr.pdf, 2010a). Farklı kesici kenarların bulunması (düz bir yapıdan sarmallı yapıya geçiş) kullanım sırasında tork kuvvetlerinin azaltılarak, eğin kanal içinde sıkışmasını önlemektedir (Baumann, 2005). RaCe yüzeyi elektro-kimyasal bir dizi işlemle geçirilmiş ve böylece kesme etkinliği artırılmıştır. Elektro-kimyasal polisaj ile eğin yüzeyindeki oksit tabakasının daha homojen bir hale gelmesi sağlanır, daha az

yüzey defekti ve rezidüel yüzey stresi ile birlikte metalin korozyon direnci artırılmış olunur (Bonaccorso ve ark., 2007). Üretici firma tarafından bu işlemle debris temizlemenin daha kolay olduğu, bükülmeye ve metal yorgunluğuna karşı çok iyi dayanıklılık gösterdiği ve kırılmaya karşı dayanıklılığın %20 artığı belirtilmektedir. RaCe serisinin yüzeyinin elektro-kimyasal işlemde geçirilmeden önceki ve sonraki hali kesici olmayan uç kısmının eğenin kullanılmasında kolaylık sağladığı ve perforasyon, basamak oluşumu gibi sorunlara yol açmadığı belirtilmektedir. Aşırı eğimli kanallarda .02 taperlı RaCe serisi kanal eğesinin kullanılması preparasyona yardımcı olmaktadır. Eğenin kullanım takibi için hafıza diski ve bununda 8 adet ayrılabilen yaprağı bulunmaktadır. Kolay bir kanaldan sonra 1 yaprak, orta derecede zorlukta bir kanaldan sonra 2 yaprak, zor bir kanaldan sonra da 3 yaprak koparılarak aletin kullanım sayısı kontrol edilebilir (Paqué ve ark., 2005). 500–600devir/dakika arasında sabit bir hızda kullanımları önerilir ([http://www.fkg.ch/fileadmin-template/main/images/download/flyer_race/fkg_flyer_race_an_lowr.pdf](http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images/download/flyer_race/fkg_flyer_race_an_lowr.pdf), 2010a).

2.2.7. FlexMaster (VDW, Münih, Almanya)

Enstrümanın kesici olmayan ucu ve dışbükey üçgen kesiti merkezi konumda kalmasını sağlar. On üç adet FlexMaster eğe; 20, 25, 20 eğeler .02, .04, .06 tapera, 35 eğe .02 ve .06 tapera, 40 ve 45 eğeler yalnızca .02 tapera sahiptir. 150- 300devir/dk hız aralığında düşük torklu sistemlerle kullanılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca IntroFile adı altında koronal genişletmeye yardımcı olmak üzere 19mm uzunluğunda (kesici ucu 9mm .11 taper açısı) bir Ni-Ti eğe de mevcuttur. FlexMaster eğeler üzerinde daha az stres olduğundan 8 kez kullanılabilceği, bıçaklar arasındaki yeterli mesafe sayesinde dentin talaşları ve debrisin atılmasının kolaylaştığı, genişletme işleminin el eğelerine kıyasla %50 daha kısa sürede tamamlanacağı belirtilmiştir (http://www.vdw-dental.com/produkte_e/-index.html, 2011).

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

Bu Ni-Ti eğe sistemi, dışbükey üçgen kesite, kanal yolunun daha iyi takip edilmesine izin veren modifiye aktif uca ve eğenin kanalın belirli alanlarında spesifik kesme etkisine izin veren değişken uç açılara sahiptir (Clauder ve Baumann, 2004;

Ruddle, 2005). ProTaper Ni-Ti eğe seti, crown-down tekniğine uygun olarak, 3 koronal şekillendirme (SX,S1,S2) ve 3 apikal bitim eğesi (F1, F2, F3) olmak üzere toplam 6 adet kanal eğesi içermektedir. Son olarak bunlara 2 adet ileri bitim eğesi de (F4, F5) eklenmiştir. Diğer döner sistem Ni-Ti kanal eğeleri incelendiğinde, bunların sabit bir taper artışına sahip olduğu ve gerekli etkinliği sağlamak için bir seri eğenin bir arada kullanılması gereklidir. ProTaper sisteminde, bir eğe üzerinde, kök kanalının belirli bir bölgesinde preparasyon yapılması amacıyla farklı taper değerleri mevcuttur (Berutti ve ark., 2003; Berutti ve ark., 2004). Bu sayede dentin ile eğe arasındaki temas alanı azaltılmış, etkili bir şekilde debrisin kanal dışına çıkması sağlanmış ve torsiyonel yüklenme azaltılmıştır (Koch ve Brave, 2002). Bu sistemin 250-350devir/dk sabit hızla çalışılması önerilmektedir (Blum ve ark., 2003; Guelzow ve ark., 2005). SX, S1, S2, F1 ve F2 eğelerinin sahip olduğu yeni dışbükey üçgen kesit tasarımı, kanal preparasyonu esnasında dentin duvarı ile kesici bıçak yüzeyi arasındaki sürtünmeyi azaltarak oldukça yüksek bir kesme etkinliği sağlamaktadır. Bu tasarım, aynı zamanda, kök kanal preparasyonu esnasında kanal eğesi üzerinde sürtünmeden dolayı oluşan torsiyonel gerilme kuvvetlerini de azaltarak kanalın daha kısa zamanda şekillenmesini sağlar. Pasif kesme ve sürtünme etkisi yaratan radyal alanlara sahip diğer eğe geometrilerine kıyasla, ProTaper sistemi, sistemin etkisini artıran ve torsiyonel direnci azaltan aktif kesme hareketi ile çalışır. SX 19 numara .035 ile .19 arasında gittikçe artan 9 farklı tapera, S1 17 numara .02 den .112 ve S2 20 numara .04'ten .115'e kadar gittikçe artan değişken taperlara sahiptir. F1 20 numara .07'den .055'e, F2 25 numara .08'den .055'e, F3 30 numara .09'dan .05'e azalan taperlara sahiptir. F4 aletin sap kısmında iki siyah halkalı 0,40mm uç çapına sahip, .06 taperlı; F5 aletin sap kısmında iki sarı halkalı 0,50mm apikal uç çaplı, .05 tapera sahip bitim eğeleridir (<http://www.dentsply.co.uk-/Uploads/Files/endodontic%20cat%20updated.pdf>, 2011). 2006 yılında bu aletlerin kesitleri ve uçları modifiye edilerek ProTaper Universal döner eğe sistemi adını almıştır. SX, S1, S2, F1 ve F2 eğelerinin enine kesiti konveks üçgen F3, F4 ve F5 ise konkav üçgen şeklinde modifiye edilmiştir (West, 2006). Arka grup dişlerde daha kolay preparasyon sağlamak amacıyla eğe sapları 15mm'den 12.54mm'ye indirilmiştir (Ruddle, 2005).

2.2.9. K3 (SybronEndo, West Collins Orange, Ca, ABD)

Enstrümanlar 0,25mm apikal uç çapına sahip .02, .04 ve .06 taperlıdır, ancak .08, .10 ve .12 taperlı “body shaper” lar da mevcuttur. Pozitif kesme açısına, kesici olmayan bir uca, değişken sarmal açığı sahiptir. K3 eğelerini tanımlayan 2 renk bandı vardır, 1. bant taper açısını belirtir: parlak turuncu .06 taper, parlak yeşil .04 taper. 2. bant standart kanal eğeleri renginde eğelerin numarasını belirtir. 300devir/dk’da çalıştırılması tavsiye edilmiştir (<http://www.sybronendo.com/index/sybronendo-shape-k3-02>, 2011).

2.2.10. Mtwo (VDW, Münih, Almanya)

Sistemin taperları .04 ile .07 arasında değişen 10-60 numara eğelere sahip 14 egeden (.04 taperlı 10, 35, 40, 45, 50 ve 60 numaralar; .05 taperlı 15 ve 30 numaralar; .06 taperlı 20, 25, 30, 35, 40 numaralar, .07 taperlı 25 numara) oluşmaktadır (http://www.vdw-dental.com/home_e/index.html, 2011). Sistem kök kanal preparasyonun üç farklı seçenekle yapılmasına izin verecek şekilde tasarlanmıştır. İlk seçenek klinisyenin 30 numara .05 taper, 35 numara .04 taper veya 40 numara .04 taperlı aletlerden birini kullanarak apikal genişletmenin istenilen boyutta yapılabilmesidir. İkinci seçenek güta-perkanın vertikal olarak kondanse edilebilmesine izin verecek şekilde kök kanalının 25 numara .07 taperlı eğe ile prepare edilmesidir. Üçüncü seçenek ise Mtwo apikal eğelerinin kullanımınıdır. Bu eğeler; Mtwo A1; uç boyutu 0,20mm ve ilk milimetrede .15 taperlı diğer kısımlarda .02 tapera sahip bir egedir. Mtwo A2 0,25mm uç boyutuna sahip ilk milimetrede .15 taperlı geri kalan kısımlarında .02 taperlı bir egedir. Mtwo A3 0,25mm uç çaplı ilk milimetrede .20 taperlı geri kalan kısımda .02 taperlı apikal preparasyon eğeleridir. Bu dizaynı elde etmek için apikal bir milimetrelik kısımda spiral yapılmamış sadece iki düz bıçak hazırlanmıştır (Malagino ve ark., 2006) Apikal alanda oluşturulan bu alanın kök kanal dolgusu sırasında oluşturulacak kondenzasyon basınçlarına karşı direnç göstereceği ve dolgu materyallerinin taşmasını önleyeceği belirtilmiştir (Serota ve ark., 2003). Eğeler üzerindeki halka şeklindeki yivlerin sayısı eğelerin taperını göstermektedir; bir halka .04 taperı, iki halka .05 taperı, üç halka .06 ve dört halka .07 taperı göstermektedir. Kesici olmayan uca sahip bu eğelerin kesiti “italik S” şeklinde iki kesici bıçağa sahiptir. Helikal açı; büyük numara eğelerde (20 numara .06 taper ve 25 numara .06 taper) uçtan sapa doğru

giderek artarken, özellikle küçük numara eğelerde (10 numara .04 taper) sabit tutularak, farklı numaradaki eğeler için değişkenlikler göstermektedir. Değişken helikal açı eğelerin kanal içine vidalanma eğilimini azaltmaktadır. Küçük numaralı eğeler için kanal içine spontan olarak ilerleme yeteneği kanal tedavisinin ilk aşamasında kanalı genişletmek için gereklidir (Malagino ve ark., 2006). Sistemdeki eğeler herhangi bir koronal genişletme yapılmaksızın 300devir/dk'da, hafif apikal baskı ile sırasıyla çalışma boyunda boyunda kullanılması tavsiye edilmiştir (Foschi ve ark., 2004). Klinisyen zorlanma hissettiği zaman takılan yeri atlamak ve apekse doğru ilerleyebilmek için eğeyi 1 veya 2mm geri çekerek pasif fırçalama hareketi ile çalışmalıdır. (Malagino ve ark., 2006, http://www.vdwdental.com/home_e/-index.html, 2011).

2.2.11. HeroShaper (Micro-Mega, Besançon, Fransa)

Üçgen-heliks çapraz kesit tasarımına sahip HeroShaper Ni-Ti sistemi, Hero 642'nin bir üst nesli olarak geliştirilmiştir. Bu tasarımdaki anahtar modifikasyonlar, eğenin taper açısına göre farklılık gösteren kesici bıçakların eğim açısı (helikal açı) ve aktif kesici kısmın uzunluğudur. Bu parametrelerin değiştirilmesi ile her bir taper değeri için en uygun dayanıklılık, etkinlik ve esneklik elde edilmiştir (Vulcain ve Calas, 1999).

HeroShaper Ni-Ti sisteminde, iki farklı taper değerine (.06 ve .04) ve üç farklı uç çapına (20, 25 ve 30 numara) sahip 6 adet ege mevcuttur. Tüm eğeler pozitif kesme açılı üçgen-heliks çapraz kesit tasarımlı ve aktif olmayan uca sahiptir. Sistem debrisin tahliyesi için pozitif kesme açısına, kırılmalara karşı direncini artırmak için geniş bir iç kora, balanslı bir kuvvet dağılımı yapmak için kanala üç noktada temas eden kesici bıçaklara sahiptir. Eğenin aktif kesici kısmının uzunluğu, davranış özelliklerini değiştiren başka bir parametredir. Kesici kısmın uzunluğunun azaltılması, ege ile kanal duvarı arasındaki teması sınırlayacağı için aynı zamanda esnekliğin de artmasını sağlar. Sistemdeki .06 taperlı eğelerin kesici kısımlarının uzunluğu 16mm iken .04 taperlı eğelerde 12mm'dir. Sistem "Anti Breakage Control" özelliği ile kırılmaları önlemek için sarmal yapısının bozulması şeklinde deformasyona uğrar. HeroShaper sisteminde, kanal ağızlarının yeteri kadar genişletilmesi için özel olarak geliştirilmiş 15mm uzunluğunda, 25/12 boyutunda

Endoflare kanal eğeleri mevcuttur. Endoflare, kanalın koronal üçlüsünü genişletmek için kullanılır ve 3mm'den fazla penetrasyon yapılmamalıdır. Endoflare ile kanal ağzı genişletildikten sonra diğer HeroShaper eğeleriyle rutin işlemlere devam edilir. Eğelerin 300-600devir/dk'da kullanılması tavsiye edilmiştir (<http://www.micro-mega.com/anglais-/produits/heroshaper/index.php>, 2011).

Apikal üçlünün preparasyonu için bazı komplike vakalarda, üç kesici kenarlı üçgen heliks tasarıma sahip HeroShaper sisteminin özel bir parçası olan HeroApical eğeleri kullanılır. Bu eğelerin, dentin talaşlarını kolayca uzaklaştıran ve eğenin sıkışmasını önleyen uzun kesici bıçak ve oluk tasarımı yanında eğri kanallarda kullanımı kolaylaştıran 4mm'lik kısa çalışma boyutu vardır. HeroApical, 30/.06 veya 30/.08 boyutlarıyla özellikle geniş apikal kök kanallarının bitim preparasyonları için oldukça uygundur (Calas, 2005).

2.2.12. Revo-S (Micro-Mega, Besançon, Fransa)

Bu sistem aktif olmayan uca sahip asimetrik kesitli eğelerden oluşmaktadır. Üretici firma asimetrik kesitin eğeye kanal içerisinde yılana benzer şekilde hareket etme özgürlüğünü sağladığını, eğenin esnekliğini artırdığını ve daha az strese maruz kaldığını ileri sürmektedir (<http://www.revo-s.com/anglais/revos.pdf>, 2011). Bu dizayn kaldırılan debrisin koronale doğru çıkışını kolaylaştırmak ve kök kanal şekillendirmesini en uygun hale getirmek için yeni üretilecek Ni-Ti eğelerin gelişimini motive ederek eski ege tasarım özelliklerini tamamen değiştirmek amacı ile geliştirilmiştir. Dentin debrisini koronale doğru uzaklaştırmak eğenin aktif kısmındaki kesici kenarların sarmal uzunluğu, oluk derinliği, kesici kenarların yönleri özelliklerine bağlıdır. Bu özelliklere ilave olarak değişik bir parametre olan asimetrik kesit ilave edilebilir. Kademeli olarak artan sarmal yapısı vidalanmayı önlemektedir. Bu sistemde apikale ulaşmak için sadece iki ege (SC1 ve SC2) ve rekapitülasyon ile apikal temizleme için bir ege (SU) kullanılır. SC1 asimetrik kesitli 21mm uzunluğunda .06 taperlı 25 numaradır. Çalışma boyunun 2/3'üne kadar kullanılması tavsiye edilmiştir. SC2 simetrik kesitli 25mm uzunluğunda .04 taperlı 25 numaralı egedir ve çalışma boyunda kullanılır. Bu eşkenar simetrik kesit; kuvveti dengeli bir şekilde dağıtarak eğenin kanalın apikal bölgesine ulaşmasına rehberlik eder. SU asimetrik kesitli

25mm uzunluğunda .06 taperlı 25 numaralı eğedir. İlk iki eğin kanalda kullanımı sonucu oluşan kanal içi düzensizlikleri ortadan kaldırmak ve kanala taperlı bir şekil vermek için çalışma boyunca kullanılır. Apikal preparasyon artırılmak isteniyorsa 25mm uzunluğundaki AS30, AS35 ve AS40 eğeleri kullanılabilir. Bu her üç eğin apikal 5mm'lik kısmındaki taper .06'dır ve geri kalan 13mm'lik kesici kenarda taper 0'dır (Mallet ve Diemer, 2009). Firma eğelerin 250-400devir/dk'da fırçalama hareketi (çevresel eğeleme) ile kullanılmasını tavsiye etmiştir.

2.2.13. SAF (SAF; ReDent-Nova, Ra'anana, İsrail)

Adını "Self Adjusting File" kelimelerinin baş harflerinden almıştır. Tek bir eğeden oluşmaktadır. Ege 120µm kalınlığında ince bir Ni-Ti tel örgüden yapılmış, içi boş, sıkıştırılabilir, 1,5 veya 2mm çaplı sivri bir silindir şeklinde kafestir. 20 numara K ege ile önceden preparasyonu, yeterli genişletilmesi yapılmış kanala yerleştirildikten sonra kanal preparasyonunun yapılması tavsiye edilmiştir. Eğin oval veya düz şekilli kanalların preparasyonunda kök kanal anatomisine üç boyutlu olarak tam bir adaptasyon özelliğinin oluştuğu kanalın orijinal şekline sadık kaldığı ileri sürülmüştür. Eğin dakikada 3000-5000 vibrasyon (ileri-geri 0,4mm hareket) yapabilen bir angldruva ile kullanılması önerilmiştir. İçi boş tasarım kanalın preparasyonu süresince dakikada 1-10ml yıkama solüsyonu ile devamlı yıkanmasına izin vermektedir. Eğeler tek kullanımlıktır ve özel bir angldruvaya ihtiyacı vardır (Metzger ve ark., 2010; Hof ve ark., 2010).

2.2.14. GT Series X (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma, ABD)

Bu sistemdeki eğeler kendine özgü çalışan kısım uzunluklarına sahip .04 ve .06 taperlı 20, 30 ve 40 numaralı ve .08 taperlı 30 ve 40 numaralı eğelerden oluşur (<http://www.tulsadental.com/catalog/gtxmain.html>, 2011). Eğeler Ni-Ti materyalinin (Nitinol) R-fazında ısıyla plastik deformasyona uğratılması ile üretilmiş M-Wire telden imal edilmiştir. M-Wire telden üretilmiş eğelerin geleneksel Ni-Ti alaşımdan üretilmiş olanlara göre daha esnek ve döngüsel yorgunluğa daha dirençli olduğu belirtilmiştir (GT Series X Brochure, 2008). Eğeler dentinle temas eden kenarları yuvarlatılmış üç kesici kenar gösteren bir kesite sahiptir. Eğelerin kesici spiralleri arası mesafe geniş tutulmuş ve

değişken radyal alanların korun ince imalatına imkan tanıyarak eğeyi esnekleştirdiği, debrisin koronale taşınmasını ve aletin kanalın merkezinde kalmasını sağladığı iddia edilmiştir. Kesici olmayan uca sahip eğelerin 300devir/dk'da kullanılması önerilmiştir (Johnson ve ark., 2008).

2.2.15. Twisted File (SybronEndo, West Collins Orange, Ca, ABD)

Bu sistemin eğeleri .04 taperlı 25, 40 ve 50 numaralar; .06 taperlı 25, 30 ve 35 numaralar; .08, .10 ve .12 taperlı 25 numaralı eğelerden oluşmaktadır. Eğelerin sap kısmında iki bant bulunur 1. bant taper açısını belirtir: turuncu .06 taperı, yeşil .04 taperı mavi .08 taperı, pembe .10 taperı, mor .12 taperı; 2. bant standart kanal eğeleri renginde olup eğelerin numarasını belirtir. Eğelerin 500devir/dk'da torksuz kullanılması önerilmiştir. Sap ve gövde kısmı tek bir parçadan oluşmuş, üçgen kesitli, güvenli uç tasarımına sahip eğelerin yüzeyine elektro-kimyasal parlatma işlemi (DeOX) uygulanmıştır. Eğeler kullanılmadan önce kanalın 20 numara el eğesine kadar önceden genişletilmesi gerekmektedir (<http://www.tfwwithrphase.com/>, 2011). Sistemdeki eğeler M-Wire telden üretilmiştir. Üretici firma R-fazı teknolojisinin önceki teknoloji ile üretilen Ni-Ti eğelere göre bir ilerleme sağladığı ve ısı uygulamasıyla aynı zamanda gerçekleştirilen bu özel plastik deformasyona uğratma işleminin ürünlerine üstün mekanik karakteristik kazandırdığını ileri sürmektedir (Kim ve ark., 2010).

2.2.16. WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)

Sistem; small (21 .06 taper), primary (25 .08 taper) ve large (40 .08 taper) olmak üzere M-Wire Ni-Ti materyalden üretilmiş üç eğeden ve resiprokal (sağa- sola dönüş) hareketini yapabilen bir motordan oluşmaktadır. M-Wire materyali eğenin kırılmasına neden olan döngüsel yorgunluğu azaltır ve eğenin esnekliğini artırır. Eğe keme yönünde büyük bir açı ile dönerek etkili bir madde kaldırırken ters yönde küçük bir açı ile dönerek kök kanal anatomisini izleyerek kanalda ilerlemektedir. Optimize açılar ve resiprokal hareket vidalanma etkisini ve eğe kırılma riskini azaltmaktadır. Firma sistemin avantajlarını tek bir eğe ile çoğu kanalın bitirilebilmesi, eğe değişimi için geçen zaman kaybının ortadan kalkması, geleneksel döner kanal şekillendirme sistemlerine göre preparasyon zamanını

%40 azaltması olarak sıralamaktadır. Eğelerin kullanımında 10 el eğesi kanalda sıkışıyor ise small (21 .06 taper), 10 numara el eğesi çalışma uzunluğuna rahatça ulaşıyor ise primary (25 .08 taper) , 20 veya daha buyk el eğesi çalışma boyuna ulaşıyor ise large (40 .08 taper) WaveOne eğesinin kullanılması tavsiye edilmiştir. Eğeler tek kullanımlıktır (<http://www.dentsply.co.uk/WaveOne.aspx>, 2011).

2.2.17. Reciproc (VDW GmbH, Münih, Almanya)

Sistem R25, R40 ve R50 olmak uzere  eğeden ve resiprokal harekete izin veren bir motordan oluşmaktadır. Eğeler geleneksel Ni-Ti eğelerin yapıldığı Nitinol'e göre döngüsel yorgunluğa daha dirençli ve daha esnek bir materyal olan M-Wire Ni-Ti materyalinden üretilmiştir. Eğeler azalan tapera sahiptir. R25; 25 numara ve apikal 3mm'de .08 tapera, R40; 40 numara ve apikal 3mm'de .06 tapera, R50; 50 numara ve apikal 3mm'de .05 tapera sahiptir. Eğeler saniyede yaklaşık olarak 300devir/dk'ya eşit olan 10 resiprokal hareket yapar. Kök kanalına uygun Reciproc eğenin seçiminde teşhis filminden yararlanılması, kök kanalının radyografide tamamen veya kısmen görülebilmesi durumunda kanalın dar bir kanal olduğu düşünülerek R25 eğenin seçilmesi tavsiye edilmiştir. Kök kanalının apeksten pulpa odasına kadar net bir şekilde görüldüğü diğer vakalarda kanalın orta genişlikte veya geniş bir kanal olduğunun düşünülmesi gerektiği, 30 numara bir el eğesinin çalışma uzunluğuna pasife ilerletilmesi, çalışma uzunluğuna ulaşıyor ise kanalın geniş bir kanal olduğu varsayılarak R50 eğenin seçilmesi, çalışma uzunluğuna ulaşmıyor ise 20 numara bir el eğesi ile bu işlemin tekrarlanması, 20 numaralı el eğesi çalışma uzunluğuna ulaşabiliyor ise kanalın orta genişlikte bir kanal olduğu düşünülerek R40 eğenin seçilmesi tavsiye edilmiştir. 20 numaralı el eğesi çalışma uzunluğuna ulaşmıyor ise R25 eğenin kullanılması gerekir. Retreatment vakalarında koronal üçlüdeki güta-perka elektrikli ısı taşıyıcılar veya ultrasonik uçlarla uzaklaştırıldıktan sonra bir çözücü ile R25 eğenin kanalın geri kalan kısmındaki güta-perkanın uzaklaştırılmasında kullanılabilir. Bu eğelerin kesiti Mtwo eğeleri gibi "italik S" 'ye benzer şekilde iki kesici bıçağa sahiptir. Reciproc eğeleri tek kullanımlıktır ve kesici olmayan uca sahiptir (<http://www.vdw-reciproc.de/>, 2011).

2.2.18. ProFile Vortex (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma, ABD)

M-Wire Ni-Ti materyalden üretilmiş eğeleri tek kullanımlıktır ve 500 devir/dk'da kullanılmaları tavsiye edilmiştir. Sistemdeki eğeler .04 ve .06 tapera sahip 15-50 numaralı eğelerden oluşmaktadır. Molar dişlerin mesio-bukkal kanalları, alt ön dişler ve dar kanallı premolar dişler gibi dar kanallarda ilk önce .04/30 numaralı eğe kullanılarak kanal boyuna ulaşılması tavsiye edilmiştir. .04/30 ile çalışma boyuna ulaşamaması durumunda daha küçük numaralı eğeler ile çalışma boyuna ulaşılması tavsiye edilmiştir. Molar dişlerin palatinal ve distal kanalları, üst ön dişler ve geniş kanallı premolar dişler gibi geniş kanallarda .04/40 numaralı eğe ile çalışma boyuna ulaşılması, ulaşamıyor ise daha küçük numaralı eğeler ile çalışma boyuna ulaşılması tavsiye edilmiştir (<http://www.tulsadental.com/lit2/pdfs/Vortex%20System%20DFU%204-14-10.pdf>, 2011).

Çeşitli firmalarca üretilmiş Ni-Ti sistemler; temizleme ve şekillendirme yetenekleri, döngüsel yorgunluk, kırılma dirençleri, ısı oluşumu, çalışma zamanı, güvenilirlik kriterlerine göre birbirleriyle kıyaslanarak sistemler hakkında bilgi edinilmiştir. Ni-Ti sistemlerin kök kanalını temizleme ve şekillendirme yetenekleri karşılaştırılan parametrelerden en yaygın olanıdır.

2.3. Kök Kanal Preparasyon Etkinliğinin İncelendiği Yöntemler

Eğelerin kök kanal preparasyonundaki etkinliği daimi dişlerde incelenirken Bramante ve ark. (1987) tanımladığı muflalama tekniği ve bunun modifikasyonları kullanılabilir. Bu teknikte diş kökleri metal bir kalıp içerisindeki akrilik rezin içine gömülür. Akriliğin sertleşmesinden sonra metal kalıptan çıkarılan rezin bloğun yatay kesitleri alınır. Kök kanalının yatay kesitlerdeki görüntüleri standart şartlarda alınır. Metal kalıpta bir araya getirilen diş parçalarının preparasyonu yapılır. Preparasyon sonrası görüntüler ilk görüntülerle karşılaştırılarak eğelerin kanal çapında meydana getirdiği değişiklikler incelenir (Kaptan ve ark., 2005). Ayrıca muflalama yöntemi ile standart şartlarda alınan radyografiler üzerinden kök kanal eğimindeki değişiklikler incelenebilir (Hülsmann ve ark., 1999).

Eğelerin kök kanalını taklit eden rezin blokların preparasyonundaki etkinliği; yaygın olarak fotoğrafik değerlendirme ile yapılmaktadır (Thompson ve Dummer, 2000b). Rezin blokların preparasyon öncesi ve sonrası görüntüler standart şekilde alındıktan sonra her iki görüntü üst üste getirilerek karşılaştırılır. Karşılaştırılan görüntüler üzerinde ölçümler yapılarak eğelerin etkinliği değerlendirilir. Rezin blokların kullanıldığı bir diğer yöntem ise kanaldan silikonla ölçü almaktır (Thompson ve Dummer, 2000a). Bu yöntemde ilk olarak ölçü alınımını kolaylaştırmak için kanal içerisine bir lubrikant uygulanır. Kanal içine light-body polivinil siloksan ölçü maddesi enjekte edilir. Koronal bölgedeki ölçüyü desteklemek ve uzaklaştırılmasını kolaylaştırmak için tirnef kanala yerleştirilir. Elde edilen ölçü mikroskop altında incelenir.

Son yıllarda, yüksek çözünürlüklü tomografi ve mikro-bilgisayarlı tomografi gibi yeni teknolojiler de bu amaçla kullanılmaya başlanmıştır (Bergmans ve ark., 2001; Peters ve ark., 2003; Taşdemir ve ark., 2005, Roggendorf ve ark., 2010). Bu yöntemler ile kök kanal hacmindeki ve yüzey alanındaki değişiklikler, temas edilmemiş kanal duvarları ve kanal transportasyonu incelenebilmektedir (Hülsmann ve Bluhm, 2004). Diş ve çevre dokular dahil olmak üzere tüm maksillofasial bölgenin üç boyutlu görüntüsünü vermek için özel olarak geliştirilmiş cone beam bilgisayarlı tomografi cihazları geleneksel bilgisayarlı tomografi cihazlarına göre önemli derecede daha az radyasyon ile görüntü oluşturmaktadır (Marfisi ve ark., 2010). Bu tekniklerin en önemli avantajı, kök kanal sistemindeki değişikliklerin 3 boyutlu olarak değerlendirilebilmesine olanak sağlamaları, dezavantajı ise hem pahalı hem de oldukça zaman alıcı bir yöntem olmasıdır (Peters ve ark., 2001).

Kök kanalını şekillendirilmesi sırasında eğelerin mümkün olduğunca kanalın orijinal şekline sadık kalması istenir. Buna rağmen birçok sistem kanalda istenmeyen durumlara neden olabilir.

2.4. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Oluşan İatrojenik Hatalar

Cunningham ve Senia (1992), kök kanal sisteminin anatomisini inceledikleri radyolojik çalışmada, kök kanallarının mesio-distal yönde olduğu gibi bukko-lingual yönde de eğim gösterdiğini ve tüm kök kanallarının %85'inde eğrilik olduğunu, ayrıca birçok kök kanalının, ikinci ve hatta üçüncü bir eğime sahip olduklarını göstermişlerdir. Vertucci (1984) kök kanallarının sadece %3'ünün düz seyrettiğini ve % 33'ünün de hem dar hem de aşırı eğri olduğunu bildirmiştir. Eğri ve dar kanallara sahip dişlerde şekillendirme sırasında birçok güçlük karşılaşılabilmektedir. Kök kanallarının eğriliği, darlığı ve karmaşık anatomik yapısı ideal formda bir kanal şekli oluşturmamızı zorlaştırmaktadır (Thomas ve ark., 1993; West ve ark., 1994).

Kök kanalı içinden her yönde eşit miktarda madde kaldırılarak hem kanalın orijinal şekli hem de kanalın seyri korunmalıdır (Schilder, 1974). Weine (1982) eğri kanallarda şekillendirme işlemi sırasında, kanal aletinin düzleşme eğiliminden dolayı kök kanal formunda perforasyona kadar varabilen istenmeyen değişikliklerin oluştuğunu bildirmiştir.

Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında en çok karşılaşılan hatalar zip, elbow, transportasyon, ledge, narrowing, kanalın tıkanması ve perforasyon şeklinde karşımıza çıkar.

Zip: Eğri bir kanal içine yerleştirilen kök kanal eğeleri kanal şekline uyum sağlasalar bile elastik hafızalarından dolayı ilk hallerine dönme eğilimindedirler (Weine ve ark., 1975). Eğelerin çapları artığında esneklikleri azalacağı için bu eğilim daha belirgin hale gelmektedir. Kanala ilk yerleştirilen ege fizyolojik apikal forameni geçtiğinde ve bu uzunlukta daha geniş çaplı eğelerle şekillendirmeye devam edildiğinde veya kanal eğriliğindeki düzleşmeye bağlı olarak çalışma boyunda meydana gelen kısaltmalar dikkate alınmadığında kök kanalının ucunda, özellikle eğimin dış kısmında düzensiz ve geniş bir alan oluşmaktadır. Bu alan mesio-distal yönde kum saatine, enine kesitlerde ise su damlasına benzemektedir (West ve ark., 1994).

Elbow (Dirsek): Zip oluşumunun koronalinde yani eğriliğin ortalarında meydana gelen kum saati şeklinin en dar bölgesidir. Eğri bir kanalda düz veya ön eğim verilmemiş aletin rotasyon hareketi ile kullanılmasına bağlı olarak oluşur. (Bryant ve ark., 1998).

Transportasyon (Yer Değiştirme): Orijinal kanal yolunun veya apikal foramenin hatalı preparasyon sonucu yer değiştirmesidir. Kökten alınan yatay kesitte kanal merkezinin laterale doğru kaydığı görülür. Transportasyon kanal aletlerinin yanlış kullanılmasına bağlı iatrojenik bir hata olarak oluşturulabilir. Eliptik veya kök perforasyonu şeklinde görülebilir (Pitt Ford ve ark., 2002).

Ledge (Çentik veya Basamak): Önceden eğim verilmemiş bir kanal eğesi eğri bir kök kanalına yerleştirilirse eğe orijinal kanalda ilerlerken zorlanır. Kanal eğelerinin çapları artıkça esneklikleri azalacağından gereğinden fazla bir kuvvet uygulandığı takdirde dentin duvarında çentik ya da basamak oluşur. Bu çentik, kanal eğelerinin apikale kadar ilerlemesini engelleyerek çalışma boyunun azalmasına da neden olur. Çentik oluşan kanallarda esnek olmayan kanal eğeleriyle zorlama yapılırsa perforasyon oluşabilir (Küçükay ve ark., 2004).

Perforasyon: Preparasyon esnasında kök kanalı ile periodonsiyum arasında devamlı bir ilişkiye neden olan yapay bir açıklığın kaza ile oluşturulması işlemidir. Buldukları yere göre sınıflandırılırlar. Apikal perforasyon; her zaman bir transportasyon veya basamak sonrasında oluşmaktadır. Basamağı aşmak için uygulanan fazla kuvvet, sementi de aşarak periodontal aralığa ulaşan perforasyona sebep olur (West ve ark., 1994). Lateral kanal perforasyonu; koronal ve orta üçlüdeki perforasyonları içerir ve sıklıkla basamak oluşumu sonrası meydana gelir. Stripping; kök içinde ince bir duvar boyunca aşırı eğeleme yapılması nedeniyle oluşan perforasyondur. Sıklıkla alt ve üst birinci molarların mezial köklerinin distal duvarlarında oluşur (Ingle ve Bakland, 1994).

Narrowing (Daralma): S şekilli kanalların preparasyonu sırasında koronal kurvaturün iç kısmından kanal ağzına doğru kademeli olarak daralan bir alan olarak tanımlanmıştır (Ersev ve ark., 2010).

Kanalın tıkanması: Dentin ve doku artıklarının sıkı sıkıya apikal bölgede birikmesi ile adeta sert bir kütle oluşturması veya alet kırılması nedeniyle apikal bitim noktasına ulaşılamaması durumudur (Buchanan, 1987).

Kök kanal tedavisinin başarı oranı %40-100 arasında tespit edilmekle birlikte yukarıda bahsedilen bu hatalar kök kanal tedavisinin başarısını düşürebilmektedir (Paik ve ark., 2004). Tedavinin başarısız olduğu durumlarda mevcut kök kanal dolgusunun uzaklaştırılarak kök kanal dolgusunun yenilenmesi ilk tedavi seçeneği olmalıdır (Lovdhal ve Gutmann, 1997).

2.5. Retreatment

Kök kanallarının doldurulmasında çeşitli kanal dolgu maddeleri ve farklı yöntemler kullanılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan kanal dolgu malzemesi güta-perkadır. Dolayısıyla güta-perkayı kök kanalı içerisinden tamamen uzaklaştırmak kök kanal tedavisi yenilenmesinde en önemli basamaktır; ancak, iyi kondanse edilmiş güta-perkanın uzaklaştırılması hasta ve hekimi yoran, zor ve zaman alıcı bir işlemdir (Imura ve ark., 1996; Hülsmann ve Stotz, 1997; Sae-Lim ve ark., 2000). İlk tedaviye ait dolgunun yapısı uzaklaştırma süresini ve zorluğunu belirler (Frajlich ve ark., 1998). Kök kanalından güta-perkayı uzaklaştırmak için kullanılan yöntemler; el aletleri (Imura ve ark., 1996; Schirrmeister ve ark. 2006a), ultrasonikler (Ladley ve ark., 1991), lazer (Farge ve ark., 1998), ısıtılmış aletler (Wolcott ve ark., 1999), çözücüler (Ladley ve ark., 1991; Hunter ve ark., 1991) ve Ni-Ti döner aletlerdir (Imura ve ark., 2000; Hülsmann ve Bluhm, 2004; Schirrmeister ve ark., 2006c,d; Gergi ve Sabbagh, 2007; Saad ve ark., 2007; Taşdemir ve ark., 2008a).

Ni-Ti esaslı döner aletlerin güta-perkanın uzaklaştırılmasında, el aletlerine nazaran uygulama kolaylığı göstermesi, kök kanal temizliği açısından el aletleriyle karşılaştırılabilir sonuçlar vermesi ve eğri kök kanallarında da, paslanmaz çelik esaslı döner aletlerin kök kanalında yarattığı olumsuzlukları yaratmadan kullanılabilmesi güncel endodonti pratiğinde kök kanal tedavisinde tercih edilmesinin nedenlerini oluşturur (Ünal ve ark., 2009).

Kök kanal şekillendirmede kullanılan bazı Ni-Ti aletlerin retreatment etkinliğini inceleyen bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan aletler kanal şekillendirme sırasında kullanılanlardan daha yüksek devirlerde kullanılmıştır. Örneğin ProFile .04 taperlı döner aletler güta-perkanın uzaklaştırılması için 500-2.500devir/dk'da çalışması önerilmiştir (Tulsa Dental Products, 1994).

Üretici firmalar sadece güta-perkanın çıkartılması amacıyla geliştirilmiş, yeni Ni-Ti esaslı döner alet sistemlerini piyasaya sürmeye başlamışlardır. Kök kanal patını ve güta-perkayı uzaklaştırmadaki hızı, etkinliği ve güvenilirliği nedeniyle Ni-Ti esaslı döner aletlerin retreatment işleminde kullanılması önerilmiştir (Saad ve ark., 2007; Gu ve ark., 2008; Taşdemir ve ark., 2008b).

2.5.1. ProTaper Universal Retreatment Eğeleri (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma, ABD)

ProTaper Universal Retreatment sistemi 3 aletten oluşmaktadır:

D1, sap kısmında tek bir beyaz halkaya sahiptir. Aletin boyu 16mm'dir. .09 taper açısına sahip, 30 numaralı eğedir. Aletin uç kısmı dolgu maddesine kolayca girebilmesi için aktif olarak tasarlanmıştır. Koronal 1/3'lik kısmı boşaltmak için kullanılır.

D2, sap kısmında iki beyaz halkaya sahiptir. Aletin boyu 18mm'dir. .08 taper açısına sahip, 25 numaralı eğedir. Aletin uç kısmı kanalı kolayca takip edebilmesi ve kanal transportasyonunu önlemek için yuvarlatılmıştır. Orta 1/3'lik kısmı boşaltmak için kullanılır.

D3, sap kısmında üç beyaz halkaya sahiptir. Aletin boyu 22mm'dir. .07 taper açısına sahip 20 numaralı eğedir. Aletin uç kısmı kanalı kolayca takip edebilmesi için yuvarlatılmıştır. Apikal 1/3'lik kısmı boşaltmak için kullanılır.

Güta-perka, Thermafill ve ProTaper konlarıyla doldurulmuş kanallar için aletlerin 500-700devir/dakikada; çinko oksit ojenol esaslı simanlarla doldurulmuş kanallar için 250-300devir/dakikada kullanılması önerilmektedir. Aletler apikale doğru hafif basınç ve lateral yönde hafif kuvvet uygulayarak fırçalama hareketi ile çalışması önerilmiştir (Somma ve ark., 2008). Aletlerin sık sık kanaldan çıkarılarak, bıçaklarının arasındaki dolgu maddesi artıklarının ve debrisin temizlenmesi önerilmektedir (<http://www.dentsply.co.uk/Uploads-/Files/endodontic%20cat%20updated.pdf>, 2011).

2.5.2. R-Endo (Micro-Mega, Besançon, Fransa)

R-Endo sistemi bir el egesi ve beş döner ege olmak üzere altı egeden oluşmaktadır.

Rm; .04 taper açısına sahip 25 numaralı paslanmaz çelikten yapılmış bir el egesidir. Kesici kısmı 12mm'dir. Alet dolgu maddesinin sert tabakasını delmek için kullanılır. Daha sonra kullanılacak aletin merkezde kalarak ilerlemesine yardımcı olur. Baskı ile apekse doğru çeyrek tur döndürülerek kullanılır.

Re döner ege .12 taper açısına sahip 25 numaralı Ni-Ti egedir. Kesici kısmı 10mm'dir. Alet, kanal giriş kavitesinin duvarlarının düzleştirmek amacıyla kullanılır. Sarkık dentini kaldırır. Giriş kısmını genişleterek çözücünün etkinliğini artırmayı amaçlar. Kanal girişindeki kısıtlamaları elimine eder. 300-400devir/dk'da basınç uygulamadan, dirençle karşılaşmaya kadar pulpa odasının 1-3mm altına kadar kullanılır. Çevresel eğeleme yapar.

R1 döner ege .08 taper açısına sahip, 25 numaralı Ni-Ti egedir. Kesici kısmı 8mm'dir. Koronal 1/3'lük kısımdaki dolgu maddesinin kaldırılması için kullanılır. Bir sonra kullanılacak alete hazırlık yapar. İleri geri hareketlerle kullanılır.

R2 döner eğe .06 taper açısına sahip, 25 numaralı Ni-Ti egedir. Kesici kısmı 12mm'dir. Orta 1/3'lik kısımdaki dolgu maddesinin kaldırılması için kullanılır. Bir sonraki alet için kanalda şekillendirme yapar. Apikal kısma kadar ileri-geri hareketler yaptırılarak kullanılır. Orta 1/3'lük kısımdan apikal 1/3'lük kısmın başlangıcına kadar kullanılır. Asla belirlenen çalışma boyundan ileride kullanılmamalıdır.

R3 döner eğe .04 taper açısına sahip, 25 numaralı Ni-Ti egedir. Kesici kısmı 16mm'dir. Apikal 1/3'lik kısımdaki dolgu maddesinin kaldırılması için kullanılır. Aynı zamanda, apikal kısmı şekillendirir. Apikal yönde tekrar eden ileri-geri hareketlerle çalışma boyunda kullanılır.

RS opsiyonel bitirici eğe .04 taper açısına sahip 30 numaralı Ni-Ti egedir. Kesici kısmı 12mm'dir. Apikal kısmın genişliğine göre, isteğe bağlı olarak kullanılır (<http://www.micro-mega.com/anglais/produits/r-endo/images/rendolivret.pdf>, 2011). Sistemdeki eğelerin uç kısımları sapmalara ve perforasyona neden olmamak için "inactive" olarak tasarlanmıştır. Eğelerin kesitleri radyal alanı olmayan eşkenar üçgen şeklindedir. (Fenoul ve ark., 2010).

Üretici firma; tek bir sistem kullanılarak kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılması ve kök kanalının şekillendirilmesinin tamamlanabileceğini, ayrıca şekillendirme yapmaya gerek kalmadığını, uygulaması ve akılda kalması kolay bir sistem olduğunu, orijinal kanal şekline sadık kalındığını, eski kök kanalı dolgu maddesini etkin olarak kaldırıldığını, R-Endo kullanıldıktan sonra kanalların istenilen teknikte doldurulabileceğini belirtmiştir.

2.5.3. Mtwo R (VDW, Münih, Almanya)

Mtwo R1 (15 numara, .05 taper) ve Mtwo R2 (25 numaralı, .05 taper) fırçalama ve hafif lateral hareketlerle çalışma boyunda kullanılırlar. Eğe uzunluğu 21mm aktif çalışan kısım 16mm dir. Kesici uca sahiptir. Bu eğeler için üreticinin tavsiye ettiği dakikadaki

devir sayısı 600devir/dk' dır (Somma ve ark., 2008). 250- 300devir/dk' da kullanılmasını öneren araştırmacılar da vardır (Bramante ve ark., 2010).

2.5.4. D-RaCe (FKG, Dentaire Sa, La Chaux-de-Fonds-İsviçre)

D-RaCe eğeleri pasta ve rezin bazlı materyaller, güta-perka, taşıyıcı gibi dolgu materyallerini kök kanalından uzaklaştırmak için tasarlanmıştır. Bu sistem; aktif uçlu 15mm uzunluğunda 8mm aktif çalışan kısma sahip DR1 (30 numara, .10 taperlı) ve pasif uçlu 25mm uzunluğunda 16mm aktif çalışma kısmına sahip DR2 (25 numara, .04 taperlı) eğelerinden oluşmaktadır. RaCe eğelerinde olduğu gibi eğeler üzerinde düz bir yapıdan sarmallı yapıya geçiş vardır. DR1 kökün koronal 1/3 kısmında 1000devir/dk'da, DR2'nin kökün orta ve apikal 1/3 te 600devir/dk'da kullanılması tavsiye edilmiştir. DR1 ve DR2 12mm'lik sap kısmına sahiptir. Üretici, DR2 ile çoğu kanalda çalışma boyuna ulaşılabileceğini; ancak son şekillendirmenin RaCe eğeleri ile istenilen boyuta kadar devam ettirilmesi gerektiğini belirtmiştir. (http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images-/download/instruction_manuals/fkg_drace_instruction_manual_an.pdf, 2010b).

Retreatment işleminde kullanılan tüm aletlerin amacı kök kanalından mümkün olduğunca fazla kök kanal dolgusunu uzaklaştırmaktır. Retreatment işlemi sonrası kök kanalındaki artık kanal dolgusu miktarı farklı yöntemlerle değerlendirilebilmektedir.

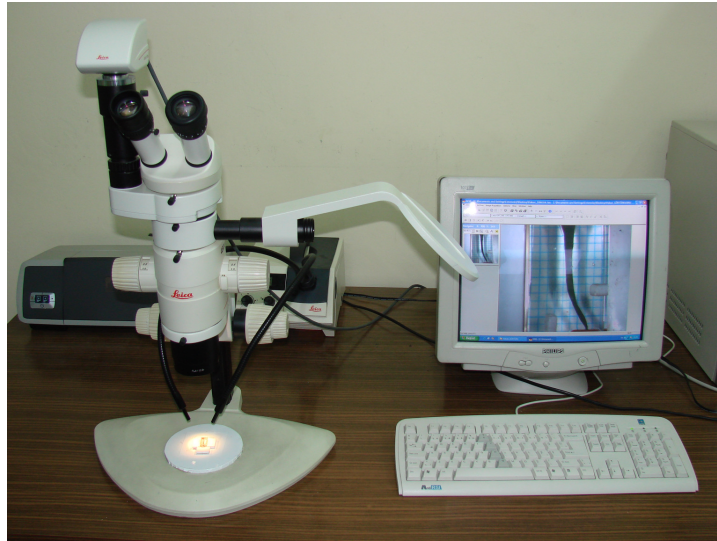
2.6. Retreatment etkinliğinin incelendiği yöntemler

Geçmiş çalışmalarda retreatment işleminde sonra kök kanalında kalan dolgu materyallerinin miktarı çeşitli yöntemlerle değerlendirilmiştir. Klinikte ve çalışmalarda da yaygın olarak kullanılan radyografik yöntemde mesio-bukkal ve/veya bukko-lingual doğrultuda alınan radyografiler dijital olarak bilgisayar ortamına aktarılır. Elde edilen görüntüler üzerinde artık kanal dolgusu ve kök kanal boşluğu sınırları belirlenerek değerlendirme yapılır (Masiero ve Barletta, 2005). Her iki doğrultuda alınan radyografiler kök kanalının kısmen üçüncü boyutunun da incelenmesine izin verir (Keçeci ve ark., 2006). Kesit alma yönteminde ise kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra bukkal ve lingual kök yüzeyinde, kökün uzun aksına paralel oluklar açılır. Künt bir alet oluklardan birine

yerleştirilerek kök iki yarım parçaya ayrılır. Her iki parçadaki artık kanal dolgusu hesaplanabilir (Saad ve ark., 2007). Kökü önce transversal olarak parçalara ayırıp sonra her parçayı longitudinal olarak ikiye ayırarak değerlendirmek de mümkündür (Imura ve ark., 2000; Aydın ve ark., 2009). Radyografik yöntem ve kesit alma yöntemi bir arada da kullanılabilir. Kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra önce radyografi alınır daha sonra kökler ikiye ayrılarak değerlendirme yapılabilir (Ferreira ve ark., 2001). Muflalama yöntemi dişlerin akrilik rezin içine gömüldükten sonra rezin bloğu saran alçıdan bir mufla oluşturma işlemidir. Rezine gömülü dişlerden horizontal kesitler alındıktan sonra enstrümantasyon için kesitler tekrar muflalarına yerleştirilir. Enstrümantasyon öncesi ve sonrası horizontal kesitlerden alınan görüntüler üzerinden ölçümler yapılır. Bu sistem özellikle kök kanallarında oluşan sapmaları tespit etmek için uygulanan bir yöntem olmakla birlikte artık kanal dolgu miktarı hakkında da bilgi vermektedir (Aydın ve ark., 2009). Dental operasyon mikroskobu yönteminde mikroskobun geliştirilmiş büyütme (15X) ve aydınlatma (300W xenon ışık) özelliklerinden faydalanılarak kök kanalı direkt gözle değerlendirilir. Bu sistemin düz kök kanalında güvenilir bir yöntem olduğu belirtilmekle birlikte eğimli köklerde kullanımları sınırlıdır (Schirrmeister ve ark., 2006a). Şeffaflaştırma yönteminde retreatment işlemi tamamlanmış dişler Robertson ve ark. (1980) tanımladığı yöntemle göre şeffaflaştırılır. Şeffaflaştırılmış köklerin mikroskop altında bukkal-lingual ve mesio-distal doğrultuda görüntüleri alınır. Elde edilen görüntüler üzerinden artık kanal dolgusu hesaplanabilir (Schirrmeister ve ark., 2006c, Taşdemir ve ark., 2008a). Tomografi yönteminde yeni geliştirilmiş yüksek çözünürlüğe sahip bilgisayarlı tomografi veya mikro-bilgisayarlı tomografi cihazları kullanılarak diş kökleri hasar görmeden kök kanal sistemi ve artık kanal dolgusu üç boyutlu olarak incelenebilir (Barletta ve ark., 2007).

3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma 34-35° eğimli ve S şekilli kanala sahip rezin bloklardaki simüle kök kanallarının preparasyonu ile çekilmiş diş köklerinde kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması olmak üzere üç bölümden oluşmuştur. 34-35° eğimli kanala sahip rezin blokların preparasyonunun incelendiği birinci bölümde beş farklı Ni-Ti eğe sistemi (ProTaper Universal (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Mtwo (Mtwo Direct VDW, Münih, Almanya), HeroShaper (Micro-Mega, Besançon, Fransa), Revo-S (Micro-Mega, Besançon, Fransa), RaCe (FKG, Dentaire Sa, La Chaux-de-Fonds-İsviçre) kullanılarak, her bir eğe sistemi için 16,5mm uzunluğunda 15 adet 34-35° eğimli kanala sahip şeffaf rezin bloklar (Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde 16mm kanal uzunluğunda koronalde 30° ve apikalde 20° eğime sahip 15 adet S şekilli kanala sahip şeffaf rezin blok kullanılmıştır. Toplamda 150 adet olan; 75 adedi 34-35° eğimli, 75 adedi S şekilli şeffaf rezin blok kullanılmıştır. Bu işlem için rezin blokların hareket etmesinin engellenmesi amacıyla sıkı sıkıya oturacağı bir kalıp oluşturulmuştur. Yapılacak ölçümlerde kalibrasyonu sağlamak için kalıp içine milimetrik kağıt yerleştirilmiştir. Bu kalıp stereomikroskopun tabla kısmına tam olarak yerleştirilmiş 25cm uzaklıktan X10 büyütmede, 0,5 büyütmeli lens kullanılarak standart bir ortamda görüntüler elde edildikten sonra stereomikroskoba (Leica MZ 12,5, Heerbrugg, Almanya) bağlı bir bilgisayara aktarılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Stereomikroskop cihazı

Bu çalışmada kullanılan tüm rezin bloklar .02 taperlı ISO 15 numaralı kanal aleti boyutuna eşittir. Apikal açıklık ISO 10 numaralı K tipi eğenin apekten dışarı çıkması ile kontrol edilmiştir. Ni-Ti eğeler elektrikli bir mikromotor ve redüksiyonlu angldruva (VDW Gold, VDW GmbH, Münih, Almanya) ile kullanılmıştır (Şekil 7). İşlemler öncesinde mikromotor devri her eğe için üretici firmanın önerdiği devir/dk olarak ayarlanmıştır. İşlem sırasında rezin bloklar masa tipi mengeneye bağlanarak sabitliği sağlanmıştır.



Şekil 7. VDW Gold endodontik motor

Preparasyon öncesi kanal içine kırmızı mürekkep enjekte edilmiş ve stereomikroskopla görüntüleri alınmıştır. Beş farklı Ni-Ti döner alet sistemi üretici firmanın talimatlarına göre kullanılarak rezin blokların kanal preparasyonu yapılmıştır. Tüm eğeler crown-down yöntemine göre kullanılırken, Mtwo eğeleri tüm çalışma boyunca kullanılmıştır. Tüm aletler kanala yerleştirilmeden önce Glyde (Dentsply Maillefer) ile hafifçe kaplanmıştır (Rangel ve ark., 2005) (Şekil 8). Her aletten sonra 10ml saf su ile yıkama yapılmıştır.

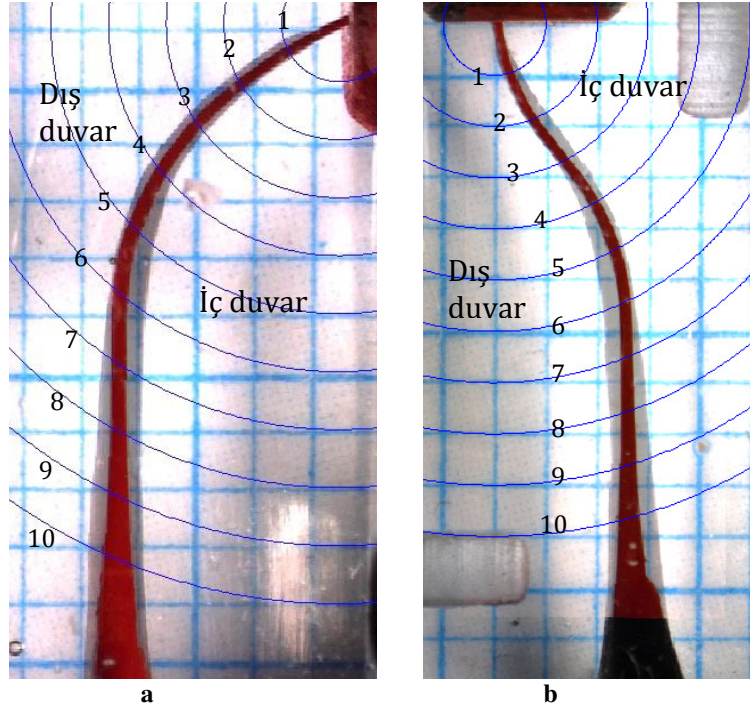


Şekil 8. Glyde kanal şelasyon ajamı

Preparasyondan sonra kanal içine siyah mürekkep enjekte edilerek stereomikroskopla postoperatif görüntüler elde edilmiştir. Preparasyon öncesi ve sonrası alınan görüntüler bilgisayar programı (Adobe Photoshop Elements CS3; Adobe Systems Incorporated, San Jose, CA, ABD) yardımı ile üst üste çakıştırılmıştır. Çekilen görüntüler üzerinden ölçümler yapmak amacıyla görüntüler üzerine bir koordinat sistemi tanımlanmıştır. Görüntülerin koordinatlandırılması NetCAD (NetCAD 5.0 GIS for Windows, Ak Mühendislik Bilgisayar Ltd Şti, Ankara, Türkiye) yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. NetCAD (Ak Mühendislik Bilgisayar Ltd. Şti., Türkiye) yazılımı, ülkemizde özellikle Harita Mühendisleri, Şehir Plancıları ve Mimarlar tarafından çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Çok fazla sayıda fonksiyona sahip bir haritacılık yazılımı olan NetCAD'in (Ak Mühendislik Bilgisayar Ltd. Şti., Türkiye) bu tez çalışmasında Raster modülünden faydalanılmıştır. Bu modül sayesinde, resimler üzerine koordinat sistemi oluşturulmuş ve oluşturulan sistemden mikron düzeyine yakın hassasiyette veriler alınmıştır.

Kullanılan deney düzeneğinden çekilen görüntüler ile NetCAD (Ak Mühendislik Bilgisayar Ltd. Şti., Türkiye) grafik ekranda çalışabilmek için koordinat dönüşümlerinin yapılması gerekir. Bu işlem Raster/Register (Afine) ile gerçekleşmektedir. Deney düzeneğinde milimetrik kağıtların üzerine sabitlenen rezin bloklarının görüntüleri çekilmiş, bu görüntülerde yer alan milimetrik kağıt üzerinde seçilen uygun dağılımdaki 4 noktadan faydalanarak dönüşüm işlemi yapılmıştır. Yapılan dönüşüm işlemi milimetrik kağıttaki milimetrik koordinat sistemini 1000 kat büyütürken ekran koordinat sistemine aktarılmıştır. Bu program sayesinde çekilen eğe sistemlerinin şeffaf rezin bloklardaki kanalların iç ve dış duvarlarındaki preparasyon miktarı apikalden 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10-mm uzaklıkta çizilen daireler üzerinde mm olarak incelenerek eğelerin preparasyon etkinlikleri değerlendirilmiştir (Aydın ve ark., 2008) (Şekil 9a ve b). Tüm kanallar; tek bir araştırmacı tarafından prepare edilmiş ve kanalların değerlendirilmesi deney gruplarını bilmeden rastgele olarak yapılmıştır. Her bir ege kök kanalında kullanıldıktan sonra deformasyon ve kırık açısından değerlendirilmiştir. Deformasyon ve kırık tespit edilen eğeler yenileri ile değiştirilmiştir. Deformasyon ve kırık oluşmayan eğeler ise üç kullanımdan sonra yenisi ile

değiştirilmiştir. Eğelerde olan deformasyonlar, kırıklar ve rezin bloklarda oluşturulan zip, dirsek, basamak ve kanal transportasyonu gibi hatalar kaydedilmiştir. Preparasyon esnasında eğenin yivleri arasında biriken rezin talaşları sık sık temizlenmiştir.



3.1. 34-35° Eğimli Kanala Sahip Rezin Blokların Preparasyonu

HeroShaper Grubu: Bu grupta kullanılacak HeroShaper eğelerinin kullanım sırası; .06/20 10,5mm'de, .04/20 ve .04/25 tüm çalışma boyunda (16mm), 300devir/dk sabit hızda kullanılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. HeroShaper eğeleri

Mtwo Grubu: Bu gruptaki Mtwo eğeleri 300devir/dk sabit hızda sırasıyla .04/10, .05/15, .06/20 ve .06/25 tüm çalışma boyunca (16mm) kullanılmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Mtwo eğeleri

ProTaper Universal Grubu: Bu gruptaki ProTaper Universal eğeleri 300devir/dk sabit hızda sırasıyla; S1 kanalda direnç hissedildiği noktada yaklaşık 13mm'de, SX kanal içinde dirençle karşılaşıncaya kadar (10mm) daha sonra S1, S2, F1 ve F2 çalışma boyunca (16mm) kullanılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. ProTaper Universal eğeleri

RaCe Grubu: Bu gruptaki RaCe eğelerinin kullanım sırası .10/40 numaralı eğe 9mm'de, .08/35 10mm'de, .06/25 13mm'de, .04/25 14mm'de, .02/25, .04/25 ve .06/25 16mm'de 500devir/dk sabit hızda kullanılmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. RaCe eğeleri

Revo-S Grubu: Bu grupta Revo-S eğelerinin kullanımı; SC1 (.06/15) 10,5mm'de, SC2 (.04/20) ve SU(.06/25) 16mm'de 300devir/dk sabit hızda kullanılmıştır (Şekil 14).



Şekil 14. Revo-S eğeleri

3.2. S Şekli Kanala Sahip Rezin Blokların Preparasyonu

HeroShaper Grubu: Bu grupta 300devir/dk sabit hızda kullanılan HeroShaper eğelerinin kullanım sırası; .06/20 10mm'de, .04/20 ve .04/25 15,5mm'dedir (Şekil 10).

Mtwo Grubu: Bu grupta kullanılan Mtwo eğeleri 300devir/dk sabit hızda sıra ile ilk olarak .04/10, .05/15, .06/20 ve .06/25 tüm çalışma uzunluğunca (15,5mm) kullanılmıştır (Şekil 11).

ProTaper Universal Grubu: Bu grupta ProTaper Universal eğeleri 300devir/dk sabit hızda sırası ile şu şekilde kullanılmıştır. İlk olarak S1 13mm uzunlukta sonra SX 10mm uzunlukta kullanılmış daha sonra S1, S2, F1 ve F2 tüm çalışma uzunluğunda (15,5mm) uzunlukta kullanılmıştır (Şekil 12).

RaCe Grubu: Bu grupta 500devir/dk sabit hızda kullanılmış RaCe eğelerinin kullanım sırası; .10/40 numaralı ege 9mm'de, .08/35 10mm'de, .06/25 13mm'de, .04/25 14mm'de, .02/25, .04/25 ve .06/25 15,5mm'dedir (Şekil 13).

Revo-S Grubu: Bu grupta Revo-S eğelerinin kullanımı; SC1 (.06/15) 10mm'de, SC2 (.04/20) ve SU(.06/25) 15,5mm'de 300devir/dk sabit hızda kullanılmıştır (Şekil 14).

3.3. Rezin Blokların Preparasyonunun Değerlendirilmesindeki Kriterler

3.3.1. Kanalın genişletilme miktarı

Şekillendirme sonrası kanalın iç ve dış duvarından kaldırılan rezin miktarı mm cinsinden tespit edilmiştir (Şekil 9a ve b).

3.3.2. Merkezde kalma yeteneği

Kanalın iç duvarından kaldırılan rezin miktarından dış duvarından kaldırılan rezin miktarının çıkarılması ile elde edilen değer kanal aletinin merkezde kalma yeteneğini göstermiştir. Bu değer "0" a yaklaştıkça kanal aletinin, kök kanalının merkezinde kalma yeteneği artmaktadır.

3.3.3. Transportasyon yönü ve miktarı

Kanalın iç ve dış duvarından kaldırılan rezin miktarlarından fazla olanı transportasyonun yönünü gösterir.

Kanalın iç duvarından kaldırılan madde miktarının milimetrik değerı ile dış duvarından kaldırılan madde miktarının milimetrik değerinin arasındaki farkın mutlak değerı transportasyon miktarı değerini verecektir. Bu formüle göre '0' sonucunun elde edilmesi, şekillendirme işlemi sonucunda orijinal kanal seyrinden sapma olmadığı anlamına gelecektir.

3.3.4. Toplam genişletme miktarı

Kanalın iç duvarından kaldırılan rezin miktarının milimetrik değerı ile dış duvarından kaldırılan rezin miktarının milimetrik değerı toplanarak tespit edilmiştir.

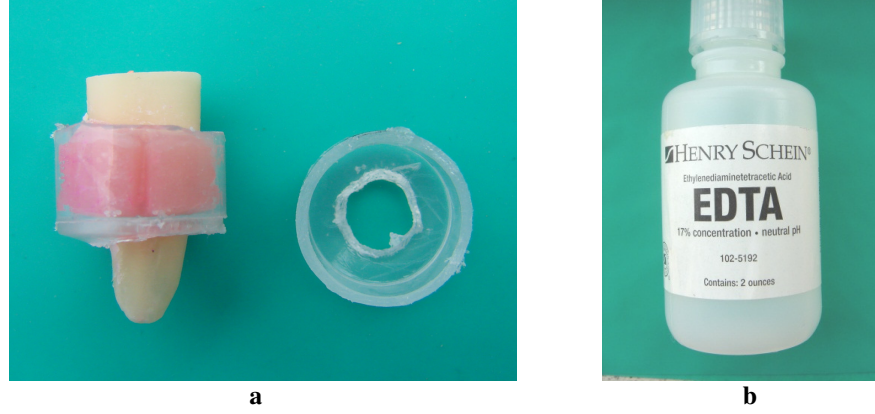
3.3.5. Çalışma zamanı

Rezin blokların preparasyonu için geçen zaman bir dijital kronometre yardımı ile saniye olarak hesaplanmıştır (1/100). Bu süreye yıkama işlemi ve eğelerin değişimi için geçen zaman eklenmemiş sadece aktif preparasyon zamanı tespit edilmiştir.

3.4. Retreatment İşleminde Kullanılacak Dişlerin Hazırlanması

Farklı Ni-Ti eğelerin retreatment etkinliklerinin değerlendirildiği bu bölümde çalışmada kullanılmak üzere etik kurul onayı; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Yerel Etik Kurulu'ndan 17/09/2009 tarihinde 2009/20 sayısı ile alınmıştır. Periodontal ve/veya ortodontik nedenlerle çekimi yapılmış tek köklü dişler toplanmıştır. Bu dişlerin düz, tek köklü ve tek kanallı olan 75 adedi çalışmada kullanılmıştır. Dişler, üzerlerindeki sert ve yumuşak doku artıkları bir periodontal küret ile temizlendikten sonra kullanılmaya kadar % 10'luk formalin çözeltisinde bekletilmiştir. Dişlerin mesio-distal ve bukkal-lingual yönden radyografileri alınarak kök kanal anatomisi incelenmiştir. Radyografik görüntülerde aşırı geniş bir kanala, açık apekse veya birden fazla kanala sahip olduğu görülen dişler çalışmadan çıkarılmıştır. Giriş kavitesi açılarak 10 numaralı K tipi eğe (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile çalışma boyu eğenin dişin ucunda görüldüğü yerden 1mm kısa olacak şekilde belirlenmiştir. Dişin apikal açıklığı 15 numaralı K tipi eğenin uç genişliğinden büyük olan dişler çalışmadan çıkarılmıştır. Kök kanal dolgusunun hacminin eşitlenmesi için kanal dolgusunun boyutu apikalden itibaren 15mm olacak şekilde sınırlandırılmıştır. Daha sonra kökler modifiye edilmiş bir dijital radyografi sensör tutucusuna yerleştirilebilmesi için apikal ve koronal 5mm'lik kısımları açıkta kalacak şekilde akrilik (Orthoacril, Dentarium, Ispringen, Almanya) içine gömülmüştür (Şekil 15a). Kök kanalları K tipi el eğeleri ile apikal 30 numara olacak şekilde step-back yöntemi kullanılarak 5mm koronale doğru ilerlenerek 55 numaraya kadar prepare edilmiştir. Koronal genişletme için 2 ve 3 numaralı Gates Glidden frezler (Mani Inc., Tochigi-Ken, Japonya) kullanılmıştır. Kanallar her alet değişiminde 3ml %5,25'lik NaOCl ile yıkanmıştır. Kök kanallarının enstrümantasyonu tamamlandıktan sonra smear tabakasını uzaklaştırmak için 1ml %17'lik EDTA solüsyonu (Henry Schein Inc., Melville,NY, ABD)

1 dakika boyunca uygulanmış ve tekrar 10 ml %5,25'lik NaOCl ile yıkama yapılmıştır (Marfisi ve ark., 2010) (Şekil 15b).



Şekil 15 a: Çalışmada kullanılan plastik kalıplar b: %17'lik EDTA solüsyonu

3.5. Kök Kanalların Doldurulması

Kök kanalları soğuk lateral kompaksiyon tekniğine göre doldurulmuştur. Hazırlanan kök kanallarına .02 taperlı 30 numara standart güta-perka çalışma boyunca yerleştirilerek apikale sıkışması (tug back) hissedilmiştir. Sıkışma hissedildikten sonra kanaldan çıkarılan ana kon AH Plus (Dentsply Detrey, Konstanz, Almanya) kanal patıyla kaplandıktan sonra kök kanalına yerleştirilmiştir. Çalışma boyundan 1mm kısa olacak şekilde 25 numara spreader ile oluşturulan boşluklara aynı numarada yardımcı güta-perka kanal patıyla kaplandıktan sonra yerleştirilmiştir. Bu işleme spreader kanal ağzından 1-2mm'den fazla ilerlemeyecek aşamaya gelene kadar devam edilmiştir (Chu ve ark, 2005). Kanal doldurulduktan sonra kanal ağzındaki fazla güta-perka parçaları kızgın bir spatülle uzaklaştırılmıştır. Kök kanal dolgu kalitesinin kontrolü için mesio-distal ve bukkolingual yönden dijital radyografi alınmıştır. Kök kanal dolgusunun yeterince sertleşmesi için dişler geçici dolgu maddesi (Cavit G Cavit G; 3M Espe, Seefeld, Almanya) ile kapatılarak %100 nemli ortamda 37C°'de 1 ay bekletilmiştir (Bramante ve ark., 2010).

3.6. Retreatment İşlemi

Kök kanal dolgusunun tamamen sertleşmesi için 1 ay bekletilen dişler her bir grupta 15 diş olmak üzere beş gruba ayrılarak, mevcut kanal dolgusunun uzaklaştırılması için dört farklı Ni-Ti döner alet sistemi (R-Endo (Micro-Mega, Besançon, Fransa), ProTaper Universal Retreatment Files (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Mtwo R (Sweden & Martina, Padova, İtalya), D-RaCe (FKG, Dentaire Sa, La Chaux-de-Fonds-İsviçre) üretici firma talimatlarına göre ve el eğeleri kullanılarak kök kanal dolguları uzaklaştırılmıştır. Her alet değişiminde 3ml %5,25'lik NaOCl ile yıkama yapılmıştır. Son yıkama 10ml %5,25'lik NaOCl ile yapılmıştır. Aletler üç kanalda kullanıldıktan sonra veya kırık oluşumu durumunda yenisi ile değiştirilmiştir.

Gruplar için retreatment işlemi aşağıdaki şekilde uygulanmıştır.

R-Endo Grubu;

Rm (.04/25) el eğesi apikal yönde baskı uygulayarak ¼ tur dönüşlerle sadece kanal ağzında bir yol oluşturmak için kullanılmıştır. Döner eğeler 300devir/dk'da kullanılmıştır.

Re (.12/25) 3mm ilerletilerek çevresel eğeleme yapılarak kullanılmıştır.

R1 (.08/25) apikal yönde baskı uygulayarak 5mm'lik kısımda kullanılarak koronal bölgedeki güta-perka uzaklaştırılmıştır.

R2 (.06/25) 10mm'de orta üçlüde kullanılmıştır.

R3 (.04/25) çevresel eğeleme hareketi ile tüm çalışma boyunda (15mm) kullanılmıştır (Şekil 16).



Şekil 16. R-Endo eğeleri

ProTaper Universal Retreatment Grubu;

D1 (.09/30) kökün servikal 1/3'lük kısmında (5mm), D2 (.08/25) orta 1/3'lük kısmında (10mm), D3(.07/20) hafif apikal basınçla tüm çalışma boyunda (15mm) 500devir/dk'da kullanılmıştır (Şekil 17).



Şekil 17. ProTaper Universal Retreatment eğeleri

Mtwo R Grubu;

Mtwo R1 (.05/15) ve Mtwo R2 (.05/25) çevresel eğeleme hareketi ile basınç uygulanmadan 300devir/dk'da çalışılmıştır (Şekil 18).



Şekil 18. Mtwo R eğeleri

D-RaCe Grubu;

DR1 (.10/30) kökün koronal 5mm'lik kısmında 1000devir/dk'da, DR2 (.04/25) tüm çalışma boyunda 600devir/dk'da kullanılmıştır (Şekil 19).



Şekil 19. D-RaCe eğeleri

El eğesi Grubu;

Kökün koronal ve orta kısmında 2-3 numara Gates Glidden frezler 800devir/dk'da ve ardından 20-25 numaralı Hedström el eğeleri (Thomas Hedström, Pneumat, Bourges, Fransa) tüm çalışma boyunca çevir-ek hareketi ile kullanılmıştır (şekil 20).

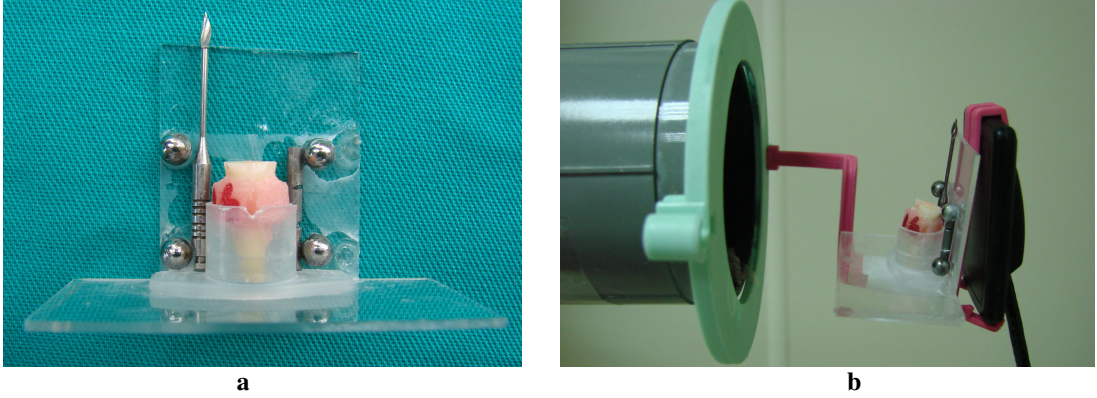


şekil 20. Hedström el eğeleri ve Gates Glidden frezler

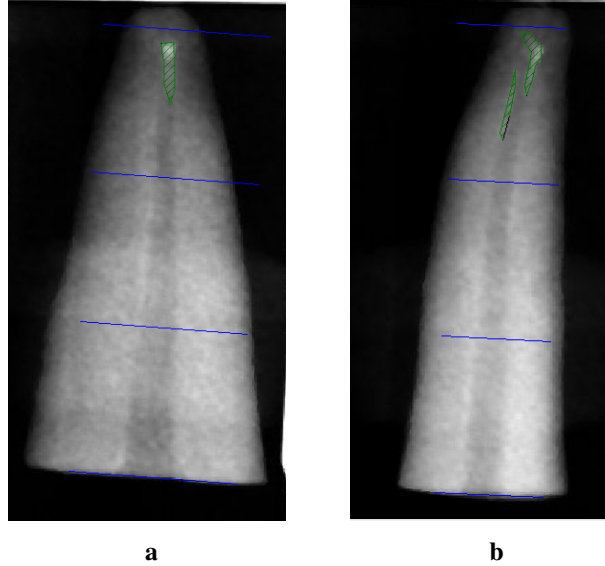
3.7. Retreatment İşlemlerinin Değerlendirmesinde Uygulanan Yöntemler

3.7.1. Retreatment etkinliğinin radyografik olarak değerlendirilmesi

Akrilik blok içine gömülen diş köklerinin sıkıca oturduğu bir kalıp mikroskop camı üzerine sabitlenmiştir. Üzerinde referans noktaları olan başka bir mikroskop camı dik bir şekilde ilk cama birleştirilmiş (şekil 21a). Oluşturulan bu düzenek bir film tutucusuna sabitlenmiştir (şekil 21b). Böylece radyografilerin standart şartlarda alınması sağlanmıştır. Kök kanal duvarlarında kalan artık dolgu materyalinin miktarı mesio-distal ve bukkolingual yönden alınmış iki radyografide değerlendirilmiştir (şekil 22a ve b). Bu doğrultulardan alınan dijital görüntüler bir bilgisayara aktarıldıktan sonra her bir kök kanalı koronal, orta ve apikal olmak üzere üçe ayrılarak ayrı ayrı her bir parçadaki artık güta-perka ve kök kanal patının mm²'deki miktarı NetCAD (Ak Mühendislik Bilgisayar Ltd şti, Türkiye) yardımıyla değerlendirilmiştir. Aynı zamanda tüm kök kanalındaki artık güta-perka ve kök kanal patının, tüm kök kanalına oranı yüzde olarak hesaplanmıştır. Her iki radyografide elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır.



Şekil 21. a: Standart görüntülerin alınması için oluşturulmuş kalıp b: Film düzeneği

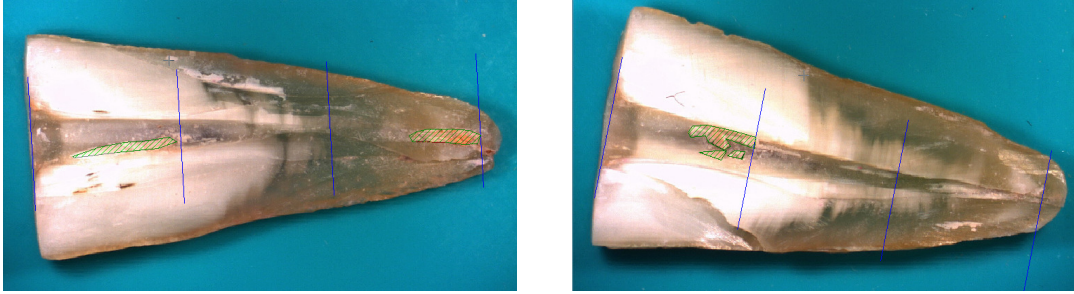


Şekil 22. Diş köklerinden mesio-distal (a) ve bukko-lingual (b) yönden alınmış radyografilerde yapılan ölçümler

3.7.2. Retreatment etkinliğinin köklerin longitudinal olarak ikiye bölünmesiyle değerlendirilmesi

Retreatment işlemi tamamlanmış olan köklerin bukkal ve lingual yüzeylerinde elmas bir disk yardımıyla oluklar açılmıştır. Bu oluklara yerleştirilen bir siman spatülü yardımıyla diş kökleri iki yarım parçaya ayrılmıştır. Bu işlem sırasında artık kök kanal dolgularına zarar verilmemesine özen gösterilmiştir. Longitudinal olarak iki parçaya bölünen diş köklerinin stereomikroskop altında X10 büyütmede görüntüleri alınmıştır. Elde edilen görüntüler bilgisayara aktarılarak NetCAD (Ak Mühendislik Bilgisayar Ltd. Şti.,

Türkiye) programı yardımıyla her bir kök kanalı koronal, orta ve apikal olmak üzere üç parçaya bölünmüştür. Kök kanalı ile artık güta-perka ve kök kanal patının sınırları; grupları bilmeyen bir araştırmacı tarafından belirlenmiş ve bilgisayar programı yardımıyla alan mm² cinsinden hesaplanmıştır (Şekil 23). Her bir bölgenin toplam alanı hesaplanmış ve artık kök kanal dolgusunun alanı yüzde olarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda tüm kök kanalının alanı ve tüm artık kök kanal dolgusunun alanı hesaplanarak tüm kök kanalındaki artık kök kanal dolgusunun alanı yüzde olarak hesaplanmıştır. Bu işlemler kökün diğer yarım parçası için de yapıldıktan sonra elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır.



Şekil 23. Longitudinal olarak ikiye bölünmüş kök parçalarında artık kanal dolgu miktarının hesaplanması

3.7.3. Apikalden taşan dolgu miktarının değerlendirilmesi

Apikalden taşan kök kanal dolgu materyalleri X3 büyütme lupla (CM 300 3X, Dental Magnification Loupes, Çin) görerek değerlendirilmiştir. Değerlendirme; 0, hiç dolgu materyali taşmamış, 1, çok az miktarda taşma, hemen hemen hiç tespit edilemeyen, 2, bir miktar dolgu materyali taşmış, kolaylıkla tespit edilebilen, 3, fazla miktarda dolgu materyali taşmış şeklinde skorlanmıştır (Somma ve ark., 2008).

3.7.4. Çalışma zamanının değerlendirilmesi

Kök kanalından güta-perkanın uzaklaştırılması için geçen zaman ölçülmüştür. Güta-perkanın tamamen uzaklaştırıldığına çalışma uzunluğuna ulaşıldığında, son kullanılan alet üzerinde güta-perka görülmediğinde ve kök kanalında açıkça görünen güta-perka kalmadığında karar verilmiştir (Somma ve ark., 2008). Çalışma zamanı; bir dijital kronometre yardımı ile güta-perkanın uzaklaştırılmaya başlanmasından retreatment işleminin tamamlandığı düşünülen ana kadar saniye olarak kaydedilmiştir.

3.7.5. Kanal aleti deformasyonu ve kırılma oranı

Her bir deney grubundaki Ni-Ti kanal eğelerinin, şekillendirme sonrasında stereomikroskop ile görüntüleri X10 büyütme ile çekilmiş, orijinal şekilleriyle karşılaştırılmış ve kaç numaralı kanal aletinde deformasyon veya kırılma olduğu kaydedilmiştir.

3.8. İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 15.0 (SPSS for Windows SPSS Inc., Chicago, IL) programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler sürekli veriler için ortalama± standart sapma olarak ifade edilmiştir. Sürekli verilerin normal dağılıma uygunluğu kontrol edilmiştir. İkili grup karşılaştırmasında; normal dağılıma uygun olanlarda iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi (Student t), normal dağılmayanlarda Mann Whitney U testi kullanılmıştır. İki'den fazla grupların karşılaştırmasında; normal dağılıma uyanlarda tek yönlü varyans analizi (ANOVA), normal dağılmayanlarda Kruskal-Wallis varyans analizi kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizinde anlamlı olan sonuçlarda ikili karşılaştırmalarla farka neden olan grupları belirlemek için post hoc Tukey testi yapılmıştır. Kruskal-Wallis varyans analizinde anlamlı olan sonuçlarda ikili karşılaştırmalarla farkı ortaya çıkarmak için Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney U testi yapılmıştır. Artık kanal dolgu miktarının tespit edildiği iki yöntem (köklerin ikiye ayrılması ve radyografik yöntem) arasındaki uyum sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) ile değerlendirilmiştir (Tablo 1). Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney U testi hariç diğer testlerde istatistiksel olarak $p < 0,05$ anlamlı kabul edilmiştir. Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney U testinde ise p değeri grup sayısına (5) bölünmüş ve $p < 0,01$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Tablo 1. Sınıf içi korelasyon katsayısının kabul edilebilir seviyeleri

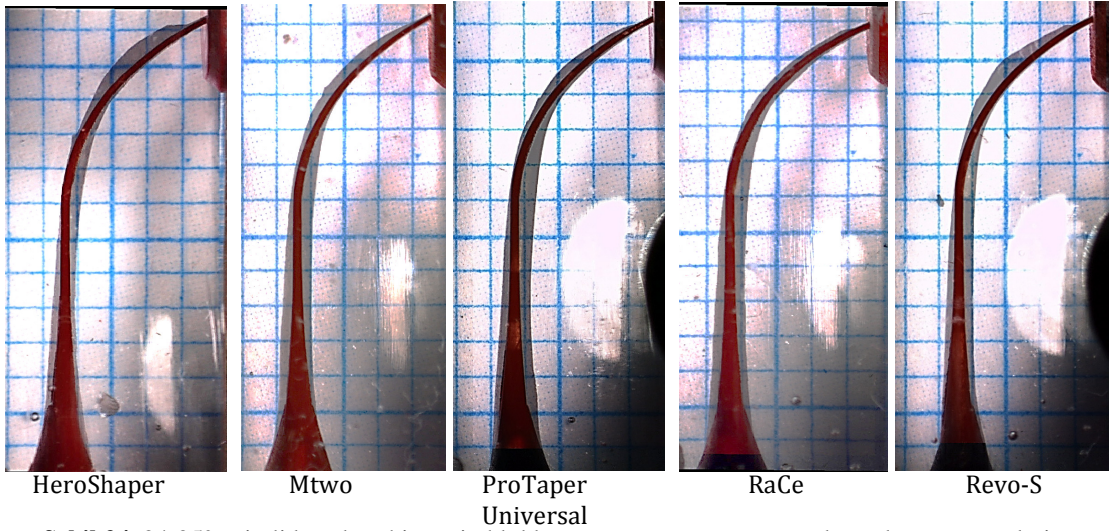
Sınıf içi korelasyon değeri	Kabul edilebilir seviye
< 0,40	Zayıf
0,40 – 0,59	Ortanın altı
0,60 – 0,74	Orta
0,75 – 0,89	İyi
> 0,90	çok iyi

4. BULGULAR

4.1. 34-35° Eğimli Kanala Sahip Rezin Bloklarda Elde Edilen Bulgular

34-35° eğimli kanalların apikal 1-6mm'lik kısmı kurvatür bölgesini, 7-10mm'lik kısmı kanalın düz bölgesini oluşturmaktadır (Şekil 9a).

34-35° eğimli kanalların preparasyonunda apikal 10mm hariç tüm ölçüm noktalarında merkezde kalma yetenekleri incelendiğinde gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$) (Tablo 2) (Şekil 24).



Şekil 24. 34-35° eğimli kanala sahip rezin blokların preparasyon sonrası çakıştırılmış görüntüleri

Apikal 1mm'deki merkezde kalma değerleri incelendiğinde en merkezi preparasyon RaCe ($-0,057\pm0,034$), Mtwo ($-0,064\pm0,019$) ve ProTaper Universal ($-0,098\pm0,033$) gruplarında gözlenmiş olup yapılan istatistiksel değerlendirmede gruplar arasındaki farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). En fazla merkezden sapma gösteren grupların HeroShaper ($-0,251\pm0,054$) grubu ile Revo-S ($-0,183\pm0,052$) grupları olduğu gözlenmiş ve gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 2).

Apikal 2 ve 3mm'de merkezde kalma değerleri incelendiğinde en merkezi preparasyonun RaCe (-0,062±0,042 ve -0,064±0,037) ve Mtwo (-0,116±0,047 ve -0,111±0,048) gruplarında olduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel değerlendirmede gruplar arasındaki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Her iki grup ProTaper Universal (-0,209±0,072 ve -0,213±0,055), HeroShaper (-0,313±0,150 ve -0,301±0,109) ve Revo-S (-0,316±0,071 ve -0,321±0,066) grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı seviyede daha merkezi bir preparasyon yaptıkları görülmüştür ($p<0,05$). Revo-S (-0,316±0,071 ve -0,321±0,066) ve HeroShaper (-0,313±0,150 ve -0,301±0,109) grupları merkezden en çok sapan değerler göstermiş olup iki grup arasındaki istatistiksel değerlendirmede fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 2).

Apikal 4mm'de ProTaper Universal (-0,002±0,057), RaCe (-0,014±0,048) ve Mtwo (-0,015±0,054) grupları daha merkezi değerler vermiş ve gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Bu gruplarla merkezden en çok sapma gösteren HeroShaper (-0,110±0,100) ve Revo-S (-0,157±0,056) grupları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmişken ($p<0,05$) HeroShaper (-0,110±0,100) ve Revo-S (-0,157±0,056) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0,05$) (Tablo 2).

Apikal 5mm'de en merkezi preparasyonu yapan HeroShaper (0,088±0,128) grubu diğer gruplarla karşılaştırıldığında oluşan fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Revo-S (0,185±0,060), RaCe (0,203±0,080), Mtwo (0,218±0,068) grupları arasında istatistiksel fark anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). ProTaper Universal (0,324±0,056) grubu merkezden en fazla sapan grup olup bu fark diğer gruplarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$) (Tablo 2).

Apikal 6mm'de HeroShaper (0,251±0,075) grubu en merkezi preparasyon değerini verirken RaCe (-0,057±0,034) ve Revo-S (0,317±0,051) grupları ile arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız ($p>0,05$), Mtwo (0,351±0,051) ve ProTaper Universal (0,436±0,056) grupları ile arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Mtwo grubu $0,351\pm 0,051$ mm'lik merkezde kalma değeri gösterirken RaCe ve Revo-S grupları ile aralarında istatistiksel fark anlamlı değildir ($p>0,05$). Merkezden en fazla sapma gösteren ProTaper Universal ($0,436\pm 0,056$) grubu diğer gruplarla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmuştur ($p<0,05$) (Tablo 2).

Apikal 7mm'de merkezden en fazla sapan ProTaper Universal ($0,213\pm 0,072$) grubu, en merkezi preparasyon değerlerine sahip HeroShaper ($0,098\pm 0,065$) ve RaCe ($0,128\pm 0,090$) grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 2).

Apikal 8mm'de en merkezi preparasyonun RaCe grubu ($0,003\pm 0,071$) tarafından oluşturulduğu bu farkın sadece Mtwo ($0,081\pm 0,054$) grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kanal merkezinden en fazla sapmayı Mtwo ($0,081\pm 0,054$) grubu göstermiş olup yapılan istatistiksel değerlendirmede RaCe grubu ($0,003\pm 0,071$) ve HeroShaper ($-0,012\pm 0,069$) grupları ile arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 2).

Apikal 9mm'de ProTaper Universal ($0,069\pm 0,082$) ve Mtwo ($0,015\pm 0,048$) grupları en merkezi preparasyon değerleri gösterirken merkezden en fazla sapma gösteren RaCe ($-0,082\pm 0,066$) ve HeroShaper ($-0,079\pm 0,069$) grupları ile aralarındaki fark istatistiksel fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Revo-S ($-0,020\pm 0,086$) grubu diğer tüm gruplarla istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 2).

Apikal 10mm'de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemekle birlikte en merkezi preparasyon sırasıyla ProTaper Universal ($-0,027\pm 0,064$), Revo-S ($-0,032\pm 0,105$), Mtwo ($-0,046\pm 0,071$), RaCe ($-0,075\pm 0,078$) ve HeroShaper ($-0,080\pm 0,074$) gruplarında tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Tablo 2).

Tablo 2. 34-35° eğimli kanallarda kullanılan son eğelerin apikalden farklı seviyelerdeki uzaklıklarda iç ve dış duvardaki preparasyon ve eğelerin merkezde kalma değerleri (ortalama değer± standart sapma)

		Apikalden uzaklık (mm)				
		1*	2*	3*	4*	5*
HeroShaper	İç	0,018±0,023	0,027±0,024	0,050±0,03	0,095±0,05	0,249±0,06
	Dış	0,268±0,061	0,388±0,085	0,352±0,087	0,193±0,048	0,093±0,035
	Merkezde kalma	-0,251±0,054 C	-0,313±0,150 C	-0,301±0,109 C	-0,110±0,100 B	0,088±0,128 A
Mtwo	İç	0,003±0,004	0,025±0,030	0,047±0,02	0,118±0,03	0,302±0,047
	Dış	0,068±0,020	0,134±0,036	0,158±0,033	0,138±0,027	0,083±0,024
	Merkezde kalma	-0,064±0,019 A	-0,116±0,047 A	-0,111±0,048 A	-0,015±0,054 A	0,218±0,068 B
ProTaper Universal	İç	0,012±0,012	0,033±0,017	0,061±0,011	0,177±0,038	0,420±0,040
	Dış	0,111±0,030	0,244±0,065	0,274±0,050	0,179±0,036	0,095±0,020
	Merkezde kalma	-0,098±0,033 A	-0,209±0,072 B	-0,213±0,055 B	-0,002±0,057 A	0,324±0,056 C
RaCe	İç	0,053±0,018	0,068±0,016	0,088±0,013	0,135±0,032	0,303±0,053
	Dış	0,111±0,023	0,131±0,032	0,153±0,031	0,144±0,025	0,100±0,033
	Merkezde kalma	-0,057±0,034 A	-0,062±0,042 A	-0,064±0,037 A	-0,014±0,048 A	0,203±0,080 B
Revo-S	İç	0,029±0,013	0,041±0,011	0,060±0,015	0,108±0,036	0,279±0,044
	Dış	0,212±0,049	0,364±0,077	0,382±0,063	0,266±0,035	0,094±0,020
	Merkezde kalma	-0,183±0,052 B	-0,316±0,071 C	-0,321±0,066 C	-0,157±0,056 B	0,185±0,060 B
		p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

Her bir sütun için farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğuna işaret etmektedir.

*ANOVA testi

Tablo 2 devam. 34-35° eğimli kanallarda kullanılan son eğelerin apikalden farklı seviyelerdeki uzaklıklarda iç ve dış duvardaki preparasyon ve eğelerin merkezde kalma değerleri (ortalama değer± standart sapma)

		Apikalden uzaklık (mm)				
		6*	7*	8*	9*	10*
HeroShaper	İç	0,309±0,044	0,222±0,04	0,166±0,04	0,128±0,04	0,118±0,05
	Dış	0,057±0,037	0,123±0,027	0,179±0,027	0,207±0,034	0,199±0,037
	Merkezde kalma	0,251±0,075 A	0,098±0,065 A	-0,012±0,069 A, B	-0,079±0,069 B	-0,080±0,074 A
Mtwo	İç	0,404±0,033	0,335±0,037	0,299±0,037	0,254±0,029	0,206±0,033
	Dış	0,052±0,028	0,153±0,021	0,216±0,026	0,241±0,034	0,252±0,044
	Merkezde kalma	0,351±0,051 B	0,161±0,073 A, B	0,081±0,054 C	0,015±0,048 A	-0,046±0,071 A
ProTaper Universal	İç	0,504±0,038	0,308±0,046	0,312±0,044	0,274±0,038	0,268±0,039
	Dış	0,066±0,028	0,159±0,032	0,242±0,049	0,277±0,031	0,296±0,039
	Merkezde kalma	0,436±0,056 C	0,213±0,072 B	0,069±0,082 A, C	0,000±0,057 A	-0,027±0,064 A
RaCe	İç	0,380±0,061	0,320±0,052	0,259±0,046	0,225±0,043	0,205±0,051
	Dış	0,083±0,043	0,192±0,045	0,256±0,033	0,309±0,042	0,281±0,056
	Merkezde kalma	0,297±0,098 A, B	0,128±0,090 A	0,003±0,071 A	-0,082±0,066 B	-0,075±0,078 A
Revo-S	İç	0,390±0,036	0,323±0,037	0,269±0,042	0,248±0,057	0,222±0,072
	Dış	0,072±0,024	0,156±0,020	0,236±0,024	0,268±0,046	0,271±0,060
	Merkezde kalma	0,317±0,051 A, B	0,166±0,053 A, B	0,027±0,062 A, B, C	-0,020±0,086 A, B	-0,032±0,105 A
		p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

Her bir sütun için farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğuna işaret etmektedir.

*ANOVA testi

34-35° eğime sahip kanalların toplam genişletme değerleri incelendiğinde apikal 1mm'de kanalı en az genişleten Mtwo (0,212±0,021) grubu istatistiksel olarak diğer gruplardan anlamlı derecede farklı bulunmuştur (p<0,05). Kanalı en çok genişleten HeroShaper (0,427±0,073) ve Revo-S (0,381±0,050) grupları ile ProTaper Universal (0,264±0,032) ve RaCe (0,304±0,026) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (p<0,05) (Tablo 3).

Apikal 2mm'de kanalı en çok genişleten HeroShaper (0,564±0,076) ve Revo-S (0,552±0,079) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmezken (p>0,01) diğer tüm gruplarla aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,01). Mtwo (0,313±0,049), RaCe (0,347±0,029) ve ProTaper Universal (0,424±0,066) grupları birbirleri ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (p<0,01) (Tablo 3).

Apikal 3mm'de kanalı en az genişleten Mtwo (0,367±0,025) ve RaCe (0,403±0,031) grupları ile kanalı en çok genişleten Revo-S (0,599±0,069) ve HeroShaper (0,565±0,076) grupları arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede anlamlı bir fark tespit edilmiştir (p<0,05). ProTaper Universal grubu 0,497±0,048mm'lik kanal genişletme değeri ile tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı seviyede farklı bulunmuştur (p<0,05) (Tablo 3).

Apikal 4mm'de kanalı en az genişleten gruplar Mtwo (0,437±0,025), HeroShaper (0,468±0,030) ve RaCe (0,466±0,042)'dir. Her üç grubun yapılan istatistik incelemesinde anlamlı fark tespit edilmemiştir (p>0,05). Revo-S (0,548±0,051) ve ProTaper Universal (0,541±0,048) grupları kanalı en çok genişleten gruplar olup istatistiksel incelemelerinde anlamlı fark tespit edilmezken (p>0,05), Mtwo (0,437±0,025) HeroShaper (0,468±0,030) ve RaCe (0,466±0,042) grupları ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,05) (Tablo 3).

Apikal 5mm'de kanalı en çok genişleten ProTaper Universal ($0,739\pm0,031$) grubu diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermiştir ($p<0,05$). HeroShaper ($0,566\pm0,051$) grubu ile Mtwo ($0,609\pm0,031$), RaCe ($0,627\pm0,038$) ve ProTaper Universal ($0,739\pm0,031$) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). Mtwo ($0,609\pm0,031$), RaCe ($0,627\pm0,038$) ve Revo-S ($0,595\pm0,032$) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 3).

Apikal 6mm'de HeroShaper ($0,628\pm0,033$) grubu kanalı en az genişleterek diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuştur ($p<0,01$). Mtwo ($0,718\pm0,034$), RaCe ($0,724\pm0,039$), ve Revo-S ($0,724\pm0,035$) grupları arasındaki istatistiksel fark anlamlı bulunmamıştır ($p>0,01$). Kanalı en çok genişleten ProTaper Universal ($0,831\pm0,037$) grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Tablo 3).

Apikal 7mm'de kanalı en az genişleten grubun HeroShaper ($0,617\pm0,021$) olduğu görülmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). ProTaper Universal ($0,810\pm0,041$) grubu kanalı en çok genişleten grup olup HeroShaper ($0,617\pm0,021$), Mtwo ($0,759\pm0,036$), ve Revo-S ($0,749\pm0,025$) grupları ile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 3).

Apikal 8mm'de HeroShaper ($0,638\pm0,023$) grubu kanalı en az genişleten grup olup, diğer gruplarla arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$). Revo-S ($0,797\pm0,037$) grubu ile ProTaper Universal ($0,846\pm0,043$) ve HeroShaper ($0,638\pm0,023$) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($p<0,01$) (Tablo 3).

Apikal 9mm'de kanalı en az genişleten HeroShaper ($0,688\pm0,030$) grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$). Kanalı en çok genişleten ProTaper Universal ($0,904\pm0,042$) RaCe ($0,887\pm0,054$) grupları istatistiksel

olarak HeroShaper (0,688±0,030) ve Mtwo (0,848±0,032) gruplarına göre anlamlı bir fark oluşturmuştur ($p<0,01$) (Tablo 3).

Apikal 10mm'de HeroShaper (0,783±0,062) grubu kanalı en az genişleten grup olup, istatistiksel olarak diğer gruplarla anlamlı bir fark oluşturmuştur ($p<0,05$). Kanalı en çok genişleten ProTaper Universal (1,024±0,051) grubu HeroShaper (0,783±0,062), RaCe (0,953±0,074) ve Mtwo (0,924±0,032) gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuştur ($p<0,05$) (Tablo 3).

34-35° eğimli kanallarda tüm eğe gruplarının apikal 1-4mm uzaklıklar arasında kanalın dış duvarına doğru, 5-8mm arasında kanalın iç duvarına doğru transportasyona neden oldukları, 9 ve 10mm'lerde daha merkezi bir preparasyon yaptıkları görülmüştür (Şekil 25).

34-35° eğimli kanala sahip rezin blokların preparasyonunda zip ve dirsek oluşumu; HeroShaper grubunda 3, Revo-S grubunda 2 adet rezin blokta tespit edilmiştir. Basamak oluşumu ise ProTaper Universal grubunda 2, HeroShaper grubunda 1, Revo-S grubunda 1 adet rezin blokta tespit edilmiştir (Tablo 4).

34- 35° eğimli kanallarda kullanılan eğelerden sadece HeroShaper .04/25 numaralı eğede sarmal yapısı bozulmuştur. Hiç eğe kırılmasına rastlanmamıştır (Tablo 5).

34-35° eğimli kanallarda preparasyon için geçen zaman incelendiğinde RaCe (85,077±5,878) grubunun diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede hızlı, ProTaper Universal (139,038±10,348) grubunun ise istatistiksel olarak anlamlı derecede yavaş olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Mtwo (101,642±9,536), HeroShaper (103,324±8,958) ve Revo-S (104,988±10,797) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Tablo 5).

Tablo 3. 34-35° eğimli kanallarda kullanılan son eğelerin apikalden farklı seviyelerdeki uzaklıklarda kanalı toplam genişletme değerleri (ortalama değer ±standart sapma)

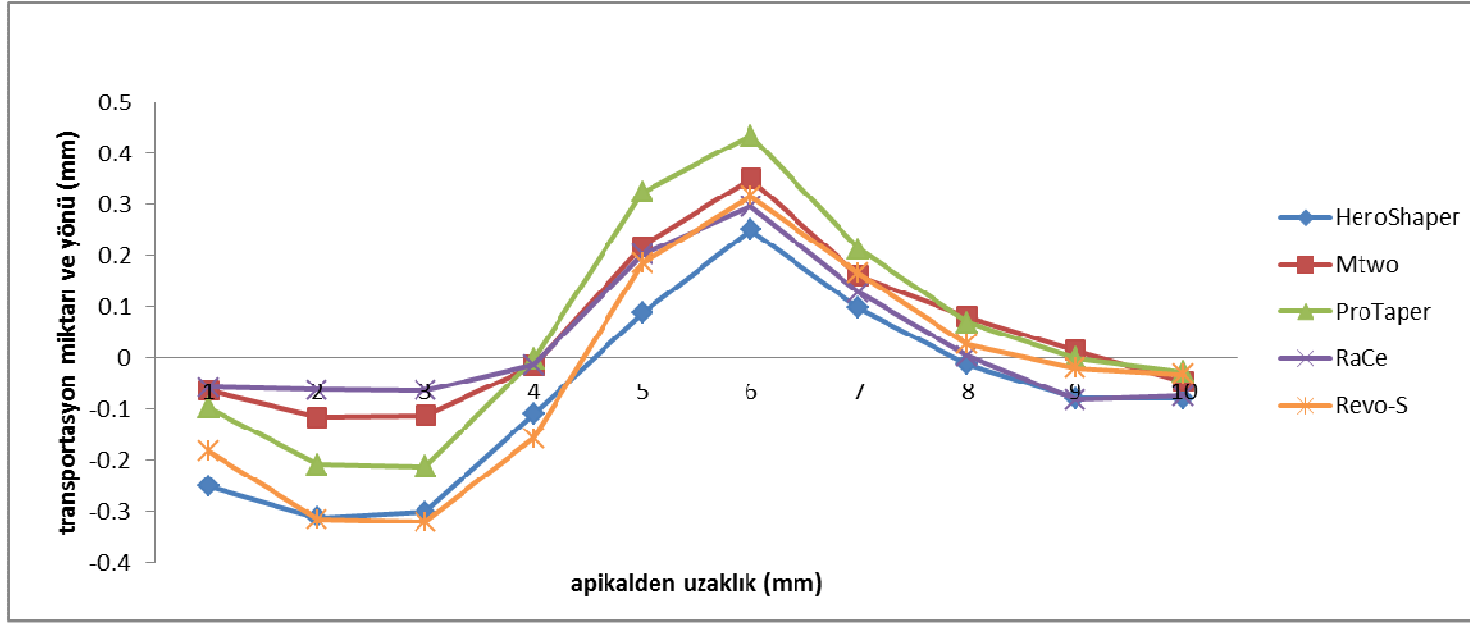
	Apikalden uzaklık (mm)									
	1*	2**	3*	4*	5*	6**	7*	8**	9**	10*
HeroShaper	0,427 ±0,073 C	0,564 ±0,076 D	0,565 ±0,076 C	0,468 ±0,030 A	0,566 ±0,051 A	0,628 ±0,033 A	0,617 ±0,021 A	0,638 ±0,023 A	0,688 ±0,030 A	0,783 ±0,062 A
Mtwo	0,212 ±0,021 A	0,313 ±0,049 A	0,367 ±0,025 A	0,437 ±0,025 A	0,609 ±0,031 B	0,718 ±0,034 B	0,759 ±0,036 B	0,807 ±0,037 B, C	0,848 ±0,032 B	0,924 ±0,032 B
ProTaper Universal	0,264 ±0,032 B	0,424 ±0,066 C	0,497 ±0,048 B	0,541 ±0,048 B	0,739 ±0,031 C	0,831 ±0,037 C	0,810 ±0,041 C	0,846 ±0,043 C	0,904 ±0,042 C	1,024 ±0,051 C
RaCe	0,304 ±0,026 B	0,347 ±0,029 B	0,403 ±0,031 A	0,466 ±0,042 A	0,627 ±0,038 B	0,724 ±0,039 B	0,783 ±0,039 B,C	0,808 ±0,036 B, C	0,887 ±0,054 C	0,953 ±0,074 B
Revo-S	0,381 ±0,050 C	0,552 ±0,079 D	0,599 ±0,069 C	0,548 ±0,051 B	0,595 ±0,032 A, B	0,724 ±0,035 B	0,749 ±0,025 B	0,797 ±0,037 B	0,868 ±0,057 B,C	0,959 ±0,096 B,C
	p<0,05	p<0,01	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,01	p<0,05	p<0,01	p<0,01	p<0,05

Her bir sütun için farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğuna işaret etmektedir.

*ANOVA testi

**Kruskal-Wallis sonrası Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi

Şekil 25. 34-35° eğimli kanallarda kanalın orijinal şeklinde meydana gelen transportasyonun yönü ve miktarı



Tablo 4. 34-35° eğimli kanallarda oluşan preparasyon hataları

	Preparasyon Hataları	
	Zip ve Dirsek	Basamak
HeroShaper	3	1
Mtwo	-	-
ProTaper Universal	-	2
RaCe	-	-
Revo-S	2	1

Tablo 5. 34-35° eğimli kanallarda kullanılan eğelerde görülen deformasyonlar ve eğe gruplarının rezin bloklardaki preparasyon zamanı (ortalama değer ±standart sapma)

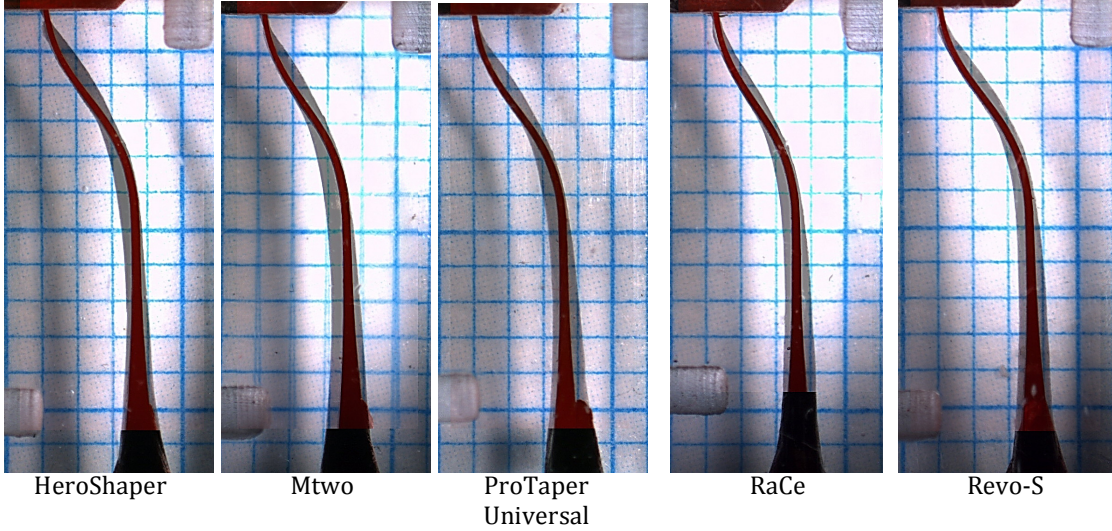
	Eğе tipi	Sarmal yapısı bozulmuş	Kırık	Çalışma zamanı (sn)*
HeroShaper	.06/20	0	0	103,324
	.04/20	0	0	±8,958
	.04/25	1	0	B
Mtwo	.04/10	0	0	101,642
	.05/15	0	0	±9,536
	.06/20	0	0	B
	.06/25	0	0	
ProTaper Universal	SX	0	0	
	S1	0	0	139,038
	S2	0	0	±10,348
	F1	0	0	C
	F2	0	0	
RaCe	.10/40	0	0	
	.08/35	0	0	85,077
	.02/25	0	0	±5,878
	.04/25	0	0	A
	.06/25	0	0	
Revo-S	SC1 (.06/15)	0	0	104,988
	SC2 (.04/20)	0	0	±10,797
	SU(.06/25)	0	0	B
				p<0,05

Farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğuna işaret etmektedir.

* ANOVA testi

4.2. S Şekli Kanala Sahip Rezin Bloklarda Elde Edilen Bulgular

S şekilli kanala sahip rezin bloklar apikal ve koronal olmak üzere iki eğime sahiptir. Bu kanallarda ölçüm yapılırken apikal 1-3mm apikal kurvatürü, 4-6mm koronal kurvatürü ve 7-10mm düz kısmı belirtmektedir (Şekil 9b, 26).



Şekil 26. S şekilli kanala sahip rezin blokların preparasyon sonrası çakıştırılmış görüntüleri

S şekilli kanalların preparasyonunda grupların merkezde kalma yetenekleri incelendiğinde; apikal 1 ve 2mm'lerde en merkezi preparasyon RaCe ($0,029\pm 0,030$ ve $0,184\pm 0,039$) grubunda, merkezden en çok sapma ise ProTaper Universal ($0,111\pm 0,073$ ve $0,283\pm 0,042$) grubunda tespit edilmiş olup gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$ ve $p<0,01$). Revo-S ($0,053\pm 0,110$ ve $0,244\pm 0,071$), Mtwo ($0,070\pm 0,048$ ve $0,233\pm 0,055$) ve HeroShaper ($0,090\pm 0,087$ ve $0,242\pm 0,098$) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0,05$ ve $p>0,01$) (Tablo 6).

Apikal 3mm'de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Bununla birlikte en merkezi preparasyon RaCe ($0,126\pm 0,058$) grubunda, merkezden en fazla sapma ProTaper Universal ($0,167\pm 0,082$) grubunda gözlenmiştir (Tablo 6).

Apikal 4mm'de Revo-S ($0,001\pm 0,139$) grubu daha merkezi bir preparasyon oluştururken, merkezden en fazla sapma ProTaper Universal ($-0,138\pm 0,095$) grubunda tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemede iki grup arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$). HeroShaper ($-0,054\pm 0,041$), Mtwo ($-0,079\pm 0,074$), ve RaCe ($-0,068\pm 0,055$) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,01$) (Tablo 6).

Apikal 5mm'de en merkezi preparasyonu yapan HeroShaper ($-0,170\pm 0,069$) grubu ile RaCe ($-0,241\pm 0,029$), Mtwo ($-0,294\pm 0,064$) ve ProTaper Universal ($-0,349\pm 0,058$) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). ProTaper Universal ($-0,349\pm 0,058$) grubu ise merkezden en çok sapan gruptur. Bu fark HeroShaper, Revo-S ($-0,184\pm 0,093$) ve RaCe ($-0,241\pm 0,029$) gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Mtwo ($-0,294\pm 0,064$) ve Revo-S ($-0,184\pm 0,093$) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 6).

Apikal 6mm'de en merkezi preparasyon HeroShaper ($-0,192\pm 0,069$) grubunda tespit edilirken bu fark Mtwo ($-0,315\pm 0,077$) ve ProTaper Universal ($-0,371\pm 0,063$) gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). ProTaper Universal grubu $-0,371\pm 0,063$ mm'lik merkezde kalma değeri ile merkezden en çok sapan gruptur. Bu fark HeroShaper ($-0,192\pm 0,069$), RaCe ($-0,251\pm 0,052$) ve Revo-S ($-0,256\pm 0,061$) grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuştur ($p>0,05$) (Tablo 6).

Apikal 7mm'de en merkezi preparasyon HeroShaper ($-0,092\pm 0,041$) grubunda tespit edilirken bu fark ProTaper Universal ($-0,228\pm 0,062$) ve Mtwo ($-0,169\pm 0,086$) gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Merkezden en fazla sapama gösteren ProTaper Universal ($-0,228\pm 0,062$) grubu HeroShaper ($-0,092\pm 0,041$) ve RaCe ($-0,133\pm 0,056$) grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Tablo 6).

Apikal 8mm'de en merkezi preparasyon HeroShaper (-0,002±0,030) grubunda tespit edilirken bu fark sadece ProTaper Universal (-0,084±0,057) grubu ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuştur ($p<0,01$). Merkezden en çok sapan ProTaper Universal (-0,084±0,057) grubu HeroShaper (-0,002±0,030) ve RaCe (-0,023±0,045) grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Tablo 6).

Apikal 9mm'de tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Bununla birlikte en merkezi preparasyon Revo-S (0,004±0,088) grubunda, merkezden en çok sapma RaCe (-0,035±0,036) grubunda tespit edilmiştir (Tablo 6).

Apikal 10mm'de tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmezken en merkezi preparasyon Mtwo (0,029±0,073) grubunda, merkezden en çok sapma RaCe (0,063±0,041) grubunda tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Tablo 6).

S şekilli kanalın toplam genişletme değerleri incelendiğinde apikal 1mm'de kanalı en az genişleten RaCe (0,275±0,024) ve Mtwo (0,282±0,043) grupları diğer gruplarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kanalı en çok genişleten Revo-S (0,391±0,062), ProTaper Universal (0,366±0,042) ve HeroShaper (0,353±0,058) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 7).

Apikal 2mm'de kanalı en az genişleten RaCe (0,376±0,033) grubu diğer gruplarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı seviyede bir fark oluşturduğu görülmüştür ($p<0,01$). Kanalı en çok genişleten Revo-S (0,535±0,069) grubu ile RaCe (0,376±0,033) ve Mtwo (0,441±0,059) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0,01$) (Tablo 7).

Tablo 6. S şekilli kanallarda kullanılan son eğelerin apikalden farklı seviyelerdeki uzaklıklarda iç ve dış duvardaki preparasyon ve eğelerin merkezde kalma değerleri (ortalama değer± standart sapma)

		Apikalden uzaklık (mm)				
		1*	2**	3*	4**	5*
HeroShaper	İç	0,154±0,072	0,278±0,088	0,202±0,047	0,078±0,018	0,054±0,023
	Dış	0,064±0,017	0,035±0,016	0,055±0,011	0,133±0,30	0,231±0,045
	Merkezde kalma	0,090±0,087 A, B	0,242±0,098 A, B	0,151±0,047 A	-0,054±0,041 A, B	-0,170±0,069 A
Mtwo	İç	0,108±0,040	0,263±0,054	0,200±0,063	0,083±0,029	0,030±0,023
	Dış	0,038±0,022	0,023±0,016	0,041±0,030	0,163±0,050	0,324±0,048
	Merkezde kalma	0,070±0,048 A, B	0,233±0,055 A, B	0,152±0,095 A	-0,079±0,074 A, B	-0,294±0,064 B, C
ProTaper Universal	İç	0,168±0,053	0,305±0,034	0,223±0,060	0,088±0,034	0,067±0,023
	Dış	0,056±0,025	0,021±0,013	0,055±0,023	0,226±0,063	0,416±0,043
	Merkezde kalma	0,111±0,073 B	0,283±0,042 B	0,167±0,082 A	-0,138±0,095 B	-0,349±0,058 C
RaCe	İç	0,084±0,017	0,203±0,033	0,164±0,037	0,092±0,026	0,058±0,022
	Dış	0,055±0,022	0,019±0,014	0,037±0,025	0,160±0,037	0,300±0,019
	Merkezde kalma	0,029±0,030 A	0,184±0,039 A	0,126±0,058 A	-0,068±0,055 A, B	-0,241±0,029 B
Revo-S	İç	0,155±0,077	0,317±0,064	0,280±0,103	0,169±0,087	0,091±0,038
	Dış	0,101±0,044	0,059±0,025	0,059±0,022	0,134±0,056	0,275±0,057
	Merkezde kalma	0,053±0,110 A, B	0,244±0,071 A, B	0,220±0,118 A	0,001±0,139 A	-0,184±0,093 A, B
		p<0,05	p<0,01	p<0,05	p<0,01	p<0,05

Her bir sütun için farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğuna işaret etmektedir.

*ANOVA testi

**Kruskal-Wallis sonrası Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi

Tablo 6 devam. S şekilli kanallarda kullanılan son eğelerin apikalden farklı seviyelerdeki uzaklıklarda iç ve dış duvardaki preparasyon ve eğelerin merkezde kalma değerleri (ortalama değer± standart sapma)

		Apikalden uzaklık (mm)				
		6*	7**	8**	9*	10*
HeroShaper	İç	0,055±0,028	0,098±0,025	0,140±0,018	0,151±0,035	0,160±0,018
	Dış	0,248±0,046	0,191±0,023	0,148±0,017	0,128±0,018	0,108±0,023
	Merkezde kalma	-0,192±0,069 A	-0,092±0,041 A	-0,002±0,030 A	0,030±0,035 A	0,052±0,028 A
Mtwo	İç	0,046±0,027	0,132±0,036	0,196±0,038	0,233±0,032	0,246±0,043
	Dış	0,362±0,055	0,302±0,052	0,261±0,045	0,235±0,041	0,216±0,039
	Merkezde kalma	-0,315±0,077 C	-0,169±0,086 C	-0,053±0,089 A, B	-0,006±0,070 A	0,029±0,073 A
ProTaper Universal	İç	0,069±0,015	0,146±0,024	0,215±0,022	0,257±0,028	0,286±0,044
	Dış	0,441±0,054	0,373±0,044	0,297±0,046	0,259±0,051	0,255±0,054
	Merkezde kalma	-0,371±0,063 C, D	-0,228±0,062 C, D	-0,084±0,057 B	0,006±0,070 A	0,030±0,091 A
RaCe	İç	0,062±0,021	0,144±0,028	0,208±0,022	0,244±0,019	0,277±0,020
	Dış	0,320±0,031	0,278±0,032	0,232±0,026	0,209±0,022	0,213±0,027
	Merkezde kalma	-0,251±0,052 A, B, C	-0,133±0,056 A, B, C	-0,023±0,045 A	-0,035±0,036 A	0,063±0,041 A
Revo-S	İç	0,080±0,025	0,132±0,043	0,191±0,055	0,231±0,047	0,256±0,050
	Dış	0,337±0,045	0,312±0,084	0,276±0,072	0,226±0,044	0,208±0,023
	Merkezde kalma	-0,256±0,061 A, B, C	-0,173±0,125 A, B, C, D	-0,075±0,124 A, B	0,004±0,088 A	0,035±0,072 A
		p<0,05	p<0,01	p<0,01	p<0,05	p<0,05

Her bir sütun için farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğuna işaret etmektedir.

* ANOVA testi

** Kruskal-Wallis sonrası Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi

Apikal 3mm’de Revo-S ($0,515\pm0,090$) grubu kanalı en çok genişleten grup olup, yapılan istatistiksel değerlendirmede diğer gruplarla anlamlı bir fark oluşturduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$). HeroShaper ($0,420\pm0,045$) ve RaCe ($0,385\pm0,028$) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Kanalı en az genişleten ProTaper Universal ($0,274\pm0,124$) grubunun Mtwo ($0,420\pm0,045$), HeroShaper ($0,420\pm0,045$) ve Revo-S ($0,515\pm0,090$) grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Tablo 7).

Apikal 4mm’de kanalı en az genişleten HeroShaper ($0,407\pm0,028$) grubu RaCe ($0,455\pm0,043$), ProTaper Universal ($0,486\pm0,088$) ve Revo-S ($0,498\pm0,056$) grupları ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$). ProTaper Universal ($0,486\pm0,088$) ve Mtwo ($0,441\pm0,033$) grupları arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede gruplar arası fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Kanalı en çok genişleten Revo-S ($0,498\pm0,056$) grubu HeroShaper ($0,407\pm0,028$), Mtwo ($0,441\pm0,033$) ve RaCe ($0,455\pm0,043$) grupları ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Tablo 7).

Apikal 5mm’de kanalı en az genişleten HeroShaper ($0,492\pm0,036$) grubu Mtwo ($0,562\pm0,041$), RaCe ($0,565\pm0,028$), Revo-S ($0,574\pm0,026$) ve ProTaper Universal ($0,691\pm0,040$) grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$). ProTaper Universal ($0,691\pm0,040$) grubunun kanalı en çok genişleten grup olduğu gözlenmiş olup diğer gruplarla yapılan istatistiksel değerlendirmede bu fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,01$) (Tablo 7).

Apikal 6mm’de en az genişletme HeroShaper ($0,516\pm0,035$) en çok genişletme ProTaper Universal ($0,724\pm0,048$) grubunda görülmüş, iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). HeroShaper ($0,516\pm0,035$) ve ProTaper Universal ($0,724\pm0,048$) grupları ile RaCe ($0,596\pm0,024$), Mtwo ($0,622\pm0,040$) ve Revo-S ($0,630\pm0,040$) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 7).

Apikal 7mm'de HeroShaper (0,529±0,023) grubu kanalı en az genişletirken ProTaper Universal (0,757±0,034) grubu kanalda en çok genişletme yapan gruptur. İki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Bu iki grubun RaCe (0,660±0,026), Revo-S (0,667±0,072) ve Mtwo (0,672±0,029) grupları ile aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 7).

Apikal 8mm'de en az genişletme HeroShaper (0,531±0,020) en çok genişletme ProTaper Universal (0,756±0,041) grubunda görülmüş, iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Her iki grup RaCe (0,684±0,019), Mtwo (0,700±0,023) ve Revo-S (0,701±0,035) grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Tablo 7).

Apikal 9mm'de HeroShaper (0,570±0,037) grubu kanalı en az genişletirken ProTaper Universal (0,810±0,043) grubu kanalda en çok genişletme yapan gruptur. İki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). RaCe (0,747±0,022), Revo-S (0,751±0,023) ve Mtwo (0,761±0,025) grupları HeroShaper (0,570±0,037) ve ProTaper Universal (0,810±0,043) grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Tablo 7).

Apikal 10mm'de en az genişletme HeroShaper (0,635±0,048) en çok genişletme ProTaper Universal (0,917±0,037) grubunda görülmüş, iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Her iki grup Mtwo (0,798±0,098), Revo-S (0,839±0,045) ve RaCe (0,866±0,025) grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$) (Tablo 7).

Tablo 7. S şekilli kanallarda kullanılan son eğelerin apikalden farklı seviyelerdeki uzaklıklarda kanalı toplam genişletme değerleri (ortalama değer \pm standart sapma)

	Apikalden uzaklık (mm)									
	1*	2**	3**	4**	5**	6*	7*	8**	9**	10**
HeroShaper	0,353 $\pm 0,058$ B	0,467 $\pm 0,082$ C, B	0,433 $\pm 0,040$ C	0,407 $\pm 0,028$ A	0,492 $\pm 0,036$ A	0,516 $\pm 0,035$ A	0,529 $\pm 0,023$ A	0,531 $\pm 0,020$ A	0,570 $\pm 0,037$ A	0,635 $\pm 0,048$ A
Mtwo	0,282 $\pm 0,043$ A	0,441 $\pm 0,059$ B	0,420 $\pm 0,045$ C, B	0,441 $\pm 0,033$ A, B	0,562 $\pm 0,041$ B	0,622 $\pm 0,040$ B	0,672 $\pm 0,029$ B	0,700 $\pm 0,023$ B	0,761 $\pm 0,025$ B	0,798 $\pm 0,098$ B
ProTaper Universal	0,366 $\pm 0,042$ B	0,481 $\pm 0,030$ C, B	0,274 $\pm 0,124$ A, B	0,486 $\pm 0,088$ B, C	0,691 $\pm 0,040$ C	0,724 $\pm 0,048$ C	0,757 $\pm 0,034$ C	0,756 $\pm 0,041$ C	0,810 $\pm 0,043$ C	0,917 $\pm 0,037$ C
RaCe	0,275 $\pm 0,024$ A	0,376 $\pm 0,033$ A	0,385 $\pm 0,028$ B	0,455 $\pm 0,043$ B	0,565 $\pm 0,028$ B	0,596 $\pm 0,024$ B	0,660 $\pm 0,026$ B	0,684 $\pm 0,019$ B	0,747 $\pm 0,022$ B	0,866 $\pm 0,025$ B
Revo-S	0,391 $\pm 0,062$ B	0,535 $\pm 0,069$ C	0,515 $\pm 0,090$ D	0,498 $\pm 0,056$ C	0,574 $\pm 0,026$ B	0,630 $\pm 0,040$ B	0,667 $\pm 0,072$ B	0,701 $\pm 0,035$ B	0,751 $\pm 0,023$ B	0,839 $\pm 0,045$ B
	p<0,05	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,05	p<0,05	p<0,01	p<0,01	p<0,01

Her bir sütun için farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğuna işaret etmektedir.

* ANOVA testi

** Kruskal-Wallis sonrası Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney U testi

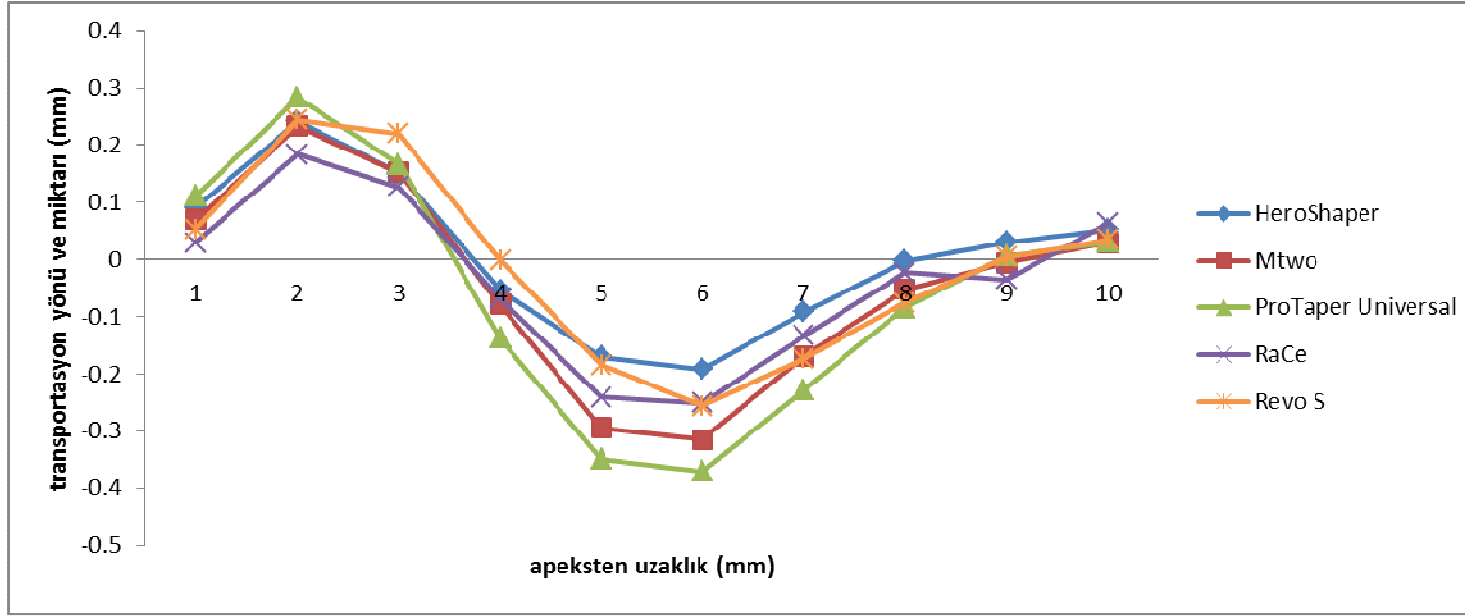
S şekilli kanallarda tüm ege gruplarının apikal 1-4mm arasında kanalın iç duvarına doğru, 4-8mm arasında kanalın dış duvarına doğru transportasyona neden oldukları, 9 ve 10mm'lerde daha merkezi bir preparasyon yaptıkları görülmüştür (Şekil 27).

S şekilli kanalların preparasyonu sırasında zip ve dirsek oluşumu; HeroShaper grubunda 3, Mtwo grubunda 1, Revo-S grubunda 3 adet tespit edilmiştir. Basamak oluşumu sadece ProTaper Universal grubunda 2 adet tespit edilmiştir (Tablo 8).

S şekilli kanalların preparasyonunda 1 adet HeroShaper .06/20 egesi ve 1 adet Mtwo .04/10 egesi ile toplam 4 adet Revo-S (2 adet SC1 ve 2 adet SC2) egesinde sarmal yapısının bozulduğu tespit edilmiştir. Gruplarda ege kırılması görülmemiştir (Tablo 9).

S şekilli kanalların preparasyonu için geçen zaman değerlendirildiğinde en kısa sürede kanalı prepare eden RaCe (64,192±6,777) grubu HeroShaper (72,408±5,553) Mtwo (106,856±5,719) ve ProTaper Universal (122,122±12,423) grupları ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). Mtwo grubu ise 106,856±5,719sn'lik preparasyon zamanı ile tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı seviyede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). HeroShaper (72,408±5,553) grubu RaCe (64,192±6,777), Mtwo (106,856±5,719) ve ProTaper Universal (122,122±12,423) grupları ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). Preparasyon işlemini en uzun sürede tamamlayan ProTaper Universal (122,122±12,423) grubu ile tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 9).

Şekil 27. S şekilli kanallarda kanalın orijinal şeklinde meydana gelen transportasyonun yönü ve miktarı



Tablo 8. S şekilli kanallarda oluşan preparasyon hataları

	Zip ve Dirsek	Basamak
HeroShaper	3	-
Mtwo	1	-
ProTaper Universal	-	2
RaCe	-	-
Revo-S	3	-

Tablo 9. S şekilli kanallarda kullanılan eğelerde görülen deformasyonlar ve eğe gruplarının rezin bloklardaki preparasyon zamanı (ortalama değer \pm standart sapma)

	Eğе tipi	Sarmal yapısı bozulmuş	Kırık	Çalışma zamanı (sn)*
HeroShaper	.06/20	1	0	72,408
	.04/20	0	0	$\pm 5,553$
	.04/25	0	0	B
Mtwo	.04/10	1	0	106,856
	.05/15	0	0	$\pm 5,719$
	.06/20	0	0	C
	.06/25	0	0	
ProTaper Universal	SX	0	0	
	S1	0	0	122,122
	S2	0	0	$\pm 12,423$
	F1	0	0	D
	F2	0	0	
RaCe	.10/40	0	0	
	.08/35	0	0	64,192
	.02/25	0	0	$\pm 6,777$
	.04/25	0	0	A
	.06/25	0	0	
Revo-S	SC1 (.06/15)	2	0	70,556
	SC2 (.04/20)	2	0	$\pm 4,546$
	SU(.06/25)	0	0	A, B
				p<0,05

Farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğuna işaret etmektedir.

*ANOVA testi

4.3. Retreatment İşlemlerinde Elde Edilen Bulgular

Diş köklerinin longitudinal olarak ikiye bölünmesi ile artık kanal dolgu miktarı değerlendirildiğinde köklerin koronal ve apikal üçlüsü ile tüm kök kanalında gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 10). Kök kanalının orta üçlüsünde en az artık kanal dolgusu bırakan el eğesi grubu ($6,014\pm 1,641$) ile Mtwo R ($10,236\pm 5,574$) grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,01$). El eğesi ($6,014\pm 1,641$) grubunun D-RaCe ($20,973\pm 10,136$), ProTaper Universal Retreatment ($19,66\pm 17,816$), R-Endo ($19,393\pm 18,734$) grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$). D-RaCe ($20,973\pm 10,136$) ve Mtwo R ($10,236\pm 5,574$) grupları arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$). Kanalın koronal, orta ve apikal üçlüsünde en az artık kanal dolgusunu el eğesi grubunda tespit edilmiştir (Tablo 10).

Diş kök kanalında arta kalan kanal dolgu miktarının radyografik olarak değerlendirilmesinde koronal, orta ve apikal üçlü ile tüm kök kanalında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Bununla birlikte el eğesi grubu apikal, orta ve koronal üçlüde diğer ege gruplarına göre daha az miktarda artık kanal dolgusu bırakmıştır (Tablo 10).

Artık kök kanal dolgu materyalinin değerlendirildiği iki yöntem (radyografik ve köklerin ayrılması yöntemi) istatistiksel olarak değerlendirildiğinde kanalın koronal üçlüsünde iki yöntem arasında 0,549 SKK değeri ile ortanın altında bir uyum olduğu tespit edilmiştir (%95 GA=0,369-0,689). Orta üçlüde iki yöntem arasında 0,806 SKK değeri iyi seviyede bir uyum olduğunu göstermektedir (%95 GA=0,709-0,873). Apikal üçlüde iki yöntem arasında 0,414 SKK tespit edilerek ortanın altında bir uyum gözlenmiştir (%95 GA=0,208-0,585). Benzer şekilde tüm kök kanalında da iki yöntem arasında 0,493 SKK değeri ile ortanın altında bir uyum gözlenmiştir (%95 GA=0,300-0,646) (Tablo 11).

Tablo 10. Artık kök kanal dolgu miktarının değerlendirilmesi (ortalama değer ± standart sapma)

	Köklerin Ayrılarak (%)				Radyografik (%)			
	Koronal*	Orta**	Apikal*	Toplam*	Koronal*	Orta*	Apikal*	Toplam*
D-RaCe	7,056	20,973	48,400	18,448	2,916	18,426	49,710	18,660
	±6,666	±10,136	±13,173	±4,239	±4,810	±13,312	±26,413	±9,698
	A	C	A	A	A	A	A	A
Mtwo R	10,713	10,236	56,323	16,532	4,320	7,656	47,813	14,212
	±10,841	±5,574	±19,047	±4,196	±6,161	±7,736	±20,433	±6,711
	A	B	A	A	A	A	A	A
ProTaper Universal R	5,573	19,660	48	16,258	4,050	17,876	56,360	18,146
	±3,509	±17,816	±15,997	±5,675	±4,092	±21,298	±16,747	±7,137
	A	B, C	A	A	A	A	A	A
R-Endo	14,786	19,393	41,590	20,244	8,780	15,656	42,016	17,654
	±13,949	±18,734	±14,414	±12,952	±13,276	±24,279	±23,927	±15,283
	A	B, C	A	A	A	A	A	A
El Eğesi	4,015	6,014	41,180	19,331	2,012	4,792	39,976	13,228
	±1,826	±1,641	±17,972	±12,072	±3,616	±5,942	±23,466	±7,461
	A	A, B	A	A	A	A	A	A
	p<0,05	p<0,01	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

Her bir sütun için farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğuna işaret etmektedir.

*ANOVA testi

**Kruskal-Wallis sonrası Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney U testi

Tablo 11. Artık kanal dolgu miktarını değerlendirildiği iki yöntemin karşılaştırılması (ortalama değer ± standart sapma)

	Koronal (%)	Orta (%)	Apikal (%)	Toplam (%)
Köklerin Ayrılarak	8,429	15,255	47,098	18,162
	±9,254	±13,738	±16,772	±8,636
Radyografik	4,415	12,881	47,175	16,380
	±7,487	±16,748	±22,603	±9,780
SKK	0,549	0,806	0,414	0,493
p	0,00	0,00	0,00	0,00

Retreatment işlemleri için geçen zaman değerlendirildiğinde el eğesi (316,408±53,854) grubunun ProTaper Universal Retreatment (127,145±25,593), D-RaCe (128,545±23,582), R-Endo (181,228±31,679) ve Mtwo R (183,016±34,466) gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yavaş olduğu tespit edilmiştir (p<0,01). Mtwo R (183,016±34,466) ve R-Endo (181,228±31,679) grupları ile ProTaper Universal Retreatment (127,145±25,593) ve D-RaCe (128,545±23,582) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (p<0,01). En kısa sürede retreatment işlemini tamamlayan ProTaper Universal Retreatment (127,145±25,593) grubu ile R-Endo (181,228±31,679), Mtwo R (183,016±34,466) ve el eğesi (316,408±53,854) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,01) (Tablo 12).

Üç adet D-RaCe (DR2), toplam 6 adet Mtwo R (4 adet Mtwo R .05/15 ve 2 adet Mtwo R .05/25), 4 adet ProTaper Universal Retreatment (D3), toplam 9 adet R-Endo (4 adet R2, 5 adet R3) toplam 2 adet el eğesinin (1 adet 20 numara Hedström, 1 adet 25 numara Hedström) retreatment işlemleri sırasında sarmal yapısı bozulmuştur (Tablo 12).

Retreatment işlemleri süresince Mtwo R eğelerinde toplam 8 (5 adet Mtwo R .05/15, 3 adet Mtwo R .05/25), ProTaper Universal Retreatment eğelerinde 2 (2 adet D3), R-Endo eğelerinde 1 (1 adet R3) adet eğe kırılmıştır (Tablo 12).

Retreatment işlemleri sırasında apikalden taşan dolgu miktarı değerlendirildiğinde; D-RaCe eğelerinin kullanıldığı köklerden birinde skor 2, iki kökte de skor 1 değeri tespit edilmiştir. Mtwo R grubunda apikalden hiç kanal dolgusu taşmamış tüm kökler skor 0 değerini almıştır. ProTaper Universal Retreatment grubunda ise sadece bir kökte skor 2 değeri gözlenmiştir. R-Endo grubunda ise bir kök skor 1, bir kök skor 2 değerini almıştır. El eğesi grubunda ise sadece iki kökte skor 1 değeri tespit edilmiştir (Tablo 13).

Tablo 12. Retreatment işleminde kullanılan eğelerde görülen deformasyonlar ve eğelerin toplam çalışma zamanı (ortalama değer± standart sapma)

	Eğe tipi	Sarmal yapısı bozulmuş	Kırık	Çalışma zamanı (sn)**
D-RaCe	DR1 (.10/30)	0	0	128,545 ±23,582
	DR2 (.04/25)	3	0	A
Mtwo R	Mtwo R1 (.05/15)	4	5	183,016 ±34,466
	Mtwo R2 (.05/25)	2	3	B
ProTaper Universal R	D1 (.09/30)	0	0	127,145
	D2 (.08/25)	0	0	±25,593
	D3 (.07/20)	4	2	A
R-Endo	Rm (.04/25)	0	0	
	Re (.12/25)	0	0	181,228
	R1 (.08/25)	0	0	±31,679
	R2 (.06/25)	4	0	B
	R3 (.04/25)	5	1	
El eğesi	Gates Glidden 3	0	0	
	Gates Glidden 2	0	0	316,408
	20 numara Hedström	1	0	±53,854
	25 numara Hedström	1	0	C
				p<0,01

Farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğuna işaret etmektedir.

**Kruskal-Wallis sonrası Bonferroni düzeltilmiş Mann Whitney U testi

Tablo 13. Apikalden taşan kanal dolgu miktarı

	Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3
D-RaCe	12	2	1	-
Mtwo R	15	-	-	-
ProTaper Universal R	14	-	1	-
R-Endo	13	1	1	-
El Egesi	13	2	-	-

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin amacı geri dönüşümsüz olarak hasar görmüş veya nekroze diş pulpasının çıkarılıp preparasyonla oluşturulan kanal boşluğunun yeniden enfeksiyonu önleyecek şekilde doldurularak dişin fonksiyonda tutulmasıdır (European Society of Endodontology, 2006). Kök kanal tedavisinin en önemli basamaklarından birisi de kök kanalının temizlenmesi ve şekillendirilmesidir. Kök kanalının temizlenmesi ve şekillendirilmesinin amacı; kök kanal sisteminin tam olarak temizlenmesi ile kanal içi medikamanların yerleştirilebilmesini ve kanalın doldurulmasını sağlayacak uygun geometrik bir formun verilmesidir (Alaçam, 1990). Kök kanalının ideal şekillendirilmesi kök kanalının orijinal şekline ve eğimine sadık kalarak “flaring” formunun elde edilmesi ile olur (Schilder, 1974). Kök kanal preparasyonu; küçük taperlı eğelerle; “flaring” formu oluşturulmak istendiğinde zor bir işlemdir. Bu nedenle son yıllarda üretilen Ni-Ti döner eğeler preparasyonun bitimi için gerekli zamanı azaltma, hekim yorgunluğunu minimuma indirme ve işlevsel hataları azaltabilme özelliklerinden dolayı kök kanal tedavisinde önemli bir devrim olarak kabul edilmektedir (Thompson ve Dummer, 1998b; Thompson, 2000; Peters ve Paqué, 2010).

Bu çalışmada elde ettiğimiz bulgular ışığında farklı Ni-Ti eğelerin rezin bloklardaki şekillendirme yeteneklerinin birbirlerinden farklı olacağı yönündeki hipotezimiz kabul görmüştür. Bununla birlikte farklı Ni-Ti eğelerin retreatment etkinliklerinin birbirinden farklı olacağı yönündeki hipotezimiz reddilmiştir.

Bu çalışmada güncel olarak yaygın şekilde kullanılan dört farklı Ni-Ti sistem ile yeni geliştirilmiş bir sistem olan Revo-S sistemi S şekilli ve 34-35° eğimli kanala sahip rezin blokların preparasyonunda orijinal kanal şeklinde oluşturdukları değişiklikler (kök kanal eğiminin iç ve dış duvarında kaldırdıkları rezin miktarı, kanalı toplam genişletme miktarı, transportasyonun yönü ve miktarı ile kanalın merkezden sapması) kök kanalı üzerindeki 10 farklı noktada ölçüm yapılarak değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılmış dört farklı Ni-Ti döner ege sisteminin kanal preparasyonunu

inceleyen geçmiş çalışmalar bulunmakla birlikte Revo-S sistemini inceleyen ve diğer sistemlerle karşılaştıran bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır.

Bu çalışmada mümkün olan en doğru sonuçlara varabilmek için rezin bloklarda 10 adet ölçüm noktası tespit edilmiştir. Böylece kanalda meydana gelen sapmaların tam olarak nerede meydana geldiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte daha önceki çalışmalar 2 (Yoshimine ve ark., 2005; Bonaccorso ve ark., 2009), 5 (Calberson ve ark., 2004; Rangel ve ark., 2005), 6 (Yun ve Kim, 2003, Çelik ve ark., 2006), 7 (Perez ve ark., 2005), 9 (Yang ve ark., 2006) veya 10 (Schäfer ve Vlassis, 2004; Schäfer ve ark., 2006a; Aydın ve ark., 2008) adet ölçüm noktası üzerinden inceleme yapmıştır.

Çalışmada standart şartlar altında eğelerin şeffaf rezin bloklardaki preparasyon etkinliği incelenmiştir. Resin blokların kullanımı eğimin açısını, yerini ve çapını standardize etmemize izin vermektedir (Hülsmann ve ark., 2005). Resin bloklar gerçek dişlerdeki kök kanalını kısmen taklit etmekle kalmayıp eğelerin kök kanalı içindeki davranışlarını anlamamızda bize yardımcı olmaktadır (Park, 2001). Resin bloklar kök kanal preparasyonunu üç boyutlu olarak değerlendirmeye izin vermektedir (Rhodes ve ark., 2000). Aynı marka resin blokların mikrosertliğinin standart olması farklı eğelerin karşılaştırılmasında daha güvenli bir yöntem olmaktadır. Ancak resin bloklarda elde edilen sonuçların kliniğe uyarlanması sırasında akriliğin dezavantajları göz önüne alınarak daha dikkatli olunması gerekmektedir (Smith ve Edmunds, 1997).

Eğelerin şekillendirme yeteneklerinin değerlendirildiği çalışmalarda, şekillendirilecek olan yapay veya doğal kök kanallarının gruplar arasındaki anatomik standardizasyonu son derece önemlidir. Doğal dişlerin kök kanallarında birden fazla sayıda ve farklı yönlere doğru eğim bulunabilmekte ve kanal genişlikleri oldukça farklılık gösterebilmektedir (Cunningham ve Senia, 1992; Willershausen ve ark., 2006). Bu nedenle, doğal dişler kanal anatomileri bakımından oldukça kompleks yapılardır. Eğelerin şekillendirme etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmalarda kullanılan doğal kök

kanallarının standardizasyonu oldukça zordur. Rezin blokların en büyük avantajı ise standart kanal boyu, eğimi ve şekline sahip olmalarıdır (Walia ve ark., 1988).

Rezin bloklarda döner aletlerin kullanılmasının en büyük sakıncası rezin materyalinin yumuşamasına sebep olan ısı oluşumudur (Kum ve ark., 2000). Bu ısı nedeniyle yumuşayan rezin eğenin kesici bıçaklarını kaplar ve eğenin kırılmasına sebep olabilir (Thompson ve Dummer, 1997d, Baumann ve Roth, 1999). Rezin blokların diğer bir dezavantajı ise mikro sertliklerinin dentinden daha az olmasıdır (Thompson ve Dummer, 1997d). Ayrıca rezin bloklardaki kanallar, preparasyon sonrası arta kalan dentin kalınlığı hakkında bilgi vermez (Schirmeister ve ark., 2006b). Rezin blokların bu dezavantajlarına rağmen farklı eğelerin preparasyon etkinliklerini direkt olarak karşılaştırmaya izin vermeleri ayrıca çekilmiş dişler üzerinde yapılan çalışmalar ile rezin bloklar üzerinde yapılan gözlemlerin doğruluğunun kanıtlanmış olması nedeniyle bu çalışmada rezin bloklar kullanılmıştır. (Thompson ve Dummer, 1997a; 1997b; Bryant ve ark., 1999; Peters, 2004).

Dummer ve ark. (1989), doğal dişlerde görülen kompleks anatomik şekilden dolayı rezin bloklarda yapılan çalışmaların daha güvenilir bir karşılaştırmaya izin verdiğini bildirmişlerdir. Thompson ve Dummer (1997c; 1998b) ile Bryant ve ark. (1998; 1999), Ni-Ti döner aletlerin etkinliklerini belirlemek için rezin bloklar kullandıkları çalışmalarda blokların aletlerin etkinliklerinin incelenmesinde güvenilir olduklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle çalışmada Ni-Ti sistemlerin preparasyon etkinliklerinin incelenmesinde 34-35° eğimli ve S şekilli kanala sahip rezin bloklar kullanılmıştır.

Thompson ve Dummer (1998a) rezin bloklarda döner aletlerle çalışırken ortaya çıkabilecek dezavantajları azaltmak için lubrikantların kullanılmasını tavsiye etmiştir. Bu çalışmada da aynı amaçla Glyde (Dentsply Maillefer) kullanılması tercih edilmiştir.

Weine (1982), kanal preparasyonu sırasında transportasyon oluşur ise kanalın orijinal şeklini tekrar yakalamanın imkansız olduğunu belirtmiştir. Apikal transportasyon apikal daralım bölgesinde “zipping”, basamak veya perforasyon oluşturabilir. Kanalın eğri

kısımında bir duvar aşırı enstrümente edilebilir ve çok miktarda dentin uzaklaştırılırken karşı duvarda dokunulmamış enfekte alanlar kalabilir (Zuolo ve ark., 1992). Ayrıca düzgün olmayan bir apikal preparasyon daha sonra yapılacak olan kanal dolgusunun kanalı sızdırmaz bir şekilde tıkamasını engelleyebilir (Karabucak ve ark., 2010). Aşırı eğri kanalların lateral kompaksiyon yöntemi ile doldurulması sırasında ancak sınırlı sayıda yardımcı konun yerleştirilebildiği, apikal transportasyonun 0,3mm'den fazla olduğu vakalarda kök kanal dolgusunun sızdırmazlığının negatif yönde etkilendiği geçmiş çalışmalarda belirtilmiştir (Wu ve ark., 2000).

S şeklinde kanala sahip rezin blokların apikal bölgesinde 25 numaralı eğeden daha büyük eğelerin kullanılması, kanalın orijinal şeklinden sapmaları artırabileceği tespit edilmiştir (Madureira ve ark., 2010). Bu sebeplerle çalışmada kullanılan rezin blokların apikal preparasyonu tüm gruplarda 25 numaralı eğede sonlandırılarak karşılaştırılan sistemler arasındaki standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır. HeroShaper ve ProTaper Universal hariç tüm gruplarda apikal preparasyon .06 taperla sonlandırılırken HeroShaper grubu .04 taperla ve ProTaper Universal grubu apikalde .08 taperla bitirilmiştir. Bu durum HeroShaper ve ProTaper Universal eğe sistemlerinde 25 numara .06 taperlı eğe bulunmaması nedeni ile meydana gelmiştir.

Çalışmada kullanılan deney düzeneği sayesinde, kanalların preparasyon öncesi ve sonrası dijital görüntüleri standart şartlarda alınabilmektedir. Görüntülerin standart şartlarda alınması ile görüntülerde oluşabilecek bozulmaların ve dolayısıyla ölçümlerde meydana gelebilecek hatalarının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Ayrıca preparasyon öncesi ve sonrası görüntülerin üst üste çakıştırılması kolaylıkla sağlanabilmektedir. Elde edilen JPEG formatında 1280X1024 piksel boyutuna sahip görüntülerin bilgisayar programı (Adobe Photoshop Elements CS3) yardımıyla çakıştırılabilmesi mümkün olmuştur. NetCAD programı yardımı ile 4 noktadan koordinatlanmış görüntülerde diğer çalışmalardan (Yang ve ark., 2006; Aydın ve ark., 2008) farklı olarak gerçeğe en yakın değerler elde edilmiştir. Dönüşümü yapılan görüntüler NetCAD (Ak Mühendislik Bilgisayar Ltd. Şti., Türkiye) yazılımında farklı ölçeklerde izlenebilmektedir. Yüzlerce kez büyütülebilen bu

görüntülerden doğrudan ölçümler yapılmıştır. Auto CAD, Image Pro Plus, IMAGE 1.41, Image J 1.38, Corel-DRAW 9.0 gibi bilgisayar yazılımlarından farklı olarak NetCAD programının kullanım kolaylığı sağlaması ve elde edilen görüntünün koordinat sisteminin değiştirilmesine izin vermesi nedeni ile bu çalışmada tercih edilmiştir.

Kök kanalının preparasyonu sırasında eğeler kanalın bir duvarında aşırı genişletme yaparken diğer duvara temas etmeyebilir. Böyle bir durumda kanalın orijinal şekli de bozulabilir. Bu durumların önlenmesi için kök kanalının preparasyonu sırasında eğelerin kanalın her yönünde eşit miktarda madde kaldırması ve mümkün olduğu kadar merkezde kalması arzu edilir.

Schäfer ve Vlassis (2004) 28 ve 35° eğimli kanala sahip rezin bloklarda ProTaper ve RaCe Ni-Ti döner aletlerini kullanarak yaptıkları şekillendirme çalışmasında, RaCe grubunun transportasyon ve merkezde kalma oranları açısından daha başarılı olduğunu, ProTaper grubunun ise kanal eğiminin dış tarafında daha fazla transportasyon ve orijinal kanal seyirinden sapma oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki sonuçlara uygunluk göstermektedir. Benzer şekilde Merrett ve ark. (2006) 20° ve 40° eğimli kök kanalına sahip rezin blokların preparasyonunda RaCe eğelerinin FlexMaster eğelerine göre kanaldan sapmalara neden olmaksızın daha merkezi bir şekilde kanalı genişlettiğini göstermişlerdir.

Bu çalışmada 34-35° eğimli kanala sahip rezin bloklarda karşılaştırılmış tüm eğe grupları merkezde kalma yetenekleri bakımından apikal 10mm'deki ölçüm noktası hariç tüm seviyelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmuştur. Bununla birlikte RaCe grubu apikal 1-4mm'de Mtwo grubu ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadan en merkezi preparasyonu yapan grup olmuştur. RaCe eğelerinin değişken sarmal yapısı, yüzeylerine uygulanmış olan elektro-kimyasal polisaj işlemi ve koronal genişletme yapmaya izin veren iki özel eğenin (.10/40 ve .08/35) bulunması bu sistemin merkezi bir preparasyon yapmasında etkili olmuş olabilir. Bu çalışmadaki sonuçlar daha önceki çalışmalardaki (Elasaad ve ark., 2002; Peters ve ark., 2003; Baumann ve ark., 2003;

Bergmans ve ark., 2003; Schirrmeister ve ark., 2006b; Pasternak-Júnior ve ark., 2009) sonuçlar ile paraleldir.

Aydın ve ark. (2008) HeroShaper ve RaCe eğelerini kullanarak prepare ettikleri 40° eğime sahip rezin bloklarda HeroShaper eğelerini ilk önce kanalın koronal bölgesini genişletecek şekilde çalışma boyunun 2/3'ünde sırasıyla .06/20, .06/25, .06/30 numaralı eğeleri daha sonra ise tüm çalışma boyunda sırası ile .04/20, .04/25 ve .04/30 numaralı eğeleri kullanmışlardır. Araştırmacılar bu çalışmadaki sonuçlardan farklı olarak HeroShaper grubunun RaCe grubuna göre daha merkezi bir kanal preparasyonu oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Sonuçlardaki farklılığın sebebinin HeroShaper eğelerinin kullanım sıralamasının üretici firmanın talimatları dışında araştırmacıların oluşturduğu bir sıralamada kullanılmasından kaynaklı olabileceği kanısındayız. Bu çalışmada, üretici firmanın zor kanallar için önerdiği sıralama (.06/20 çalışma boyunun 2/3'ünde, .04/20 ve .04/25 tüm çalışma boyunda) kullanılmıştır (<http://www.micro-mega.com/anglais/produits-heroshaper/index.php>, 2011).

Bu çalışmada 34-35° eğimli kanala sahip rezin bloklarda apikal 1-4mm'de RaCe grubundan sonra en merkezi preparasyon Mtwo grubunda tespit edilmiştir. Bu durumun Mtwo grubunun apikal 1-4mm'de kanalı en az genişleten eğe grubu olması nedeni ile merkezi bir preparasyon oluşturduğu kanaatindeyiz. Bununla birlikte Schäfer ve ark. (2006a) 35° eğimli kanala sahip rezin blokların preparasyonunda çalışma sonuçlarımızdan farklı olarak Mtwo eğelerinin RaCe eğelerine göre kanalı daha merkezi bir şekilde prepare ettiğini tespit etmişlerdir. Bu durumun sebebi kullanılan rezin blokların farklı markalarda olması ve çalışma uzunluklarının farklı olması sebebiyle olduğunu düşünmekteyiz. Benzer şekilde Schäfer ve ark. (2006b) doğal dişler üzerinde yaptıkları çalışmada da Mtwo eğelerinin RaCe eğelerine göre daha merkezi bir preparasyon yaptığını tespit etmişlerdir. Bu durum çalışmamızdakinden farklı olarak ortalama 30° eğime sahip doğal dişlerin kullanılması ve apikal preparasyonun Mtwo grubunda .04/35, RaCe grubunda .02/35 numaralı eğeler ile bitirilmesi nedeni ile ortaya çıkmış olabilir.

34-35° eğimli kanala sahip rezin bloklarda apikal 5-10mm'de genel olarak HeroShaper ve Revo-S grubu daha merkezi bir preparasyon yapmışlardır. Bu durum her iki sistemde de koronal genişletme yapılmaması nedeniyle koronal bölgeden fazla rezin kaldırılmaması nedeniyle olmuş olabilir. Bununla birlikte her iki sistem de apikal 1-4mm'de diğer eğelere göre kanal merkezinden aşırı miktarda sapmışlardır. Bergmans ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada kanal aletlerinin kanal merkezinde kalma yeteneklerinin; aletin esnekliği ve enstrümantasyon tekniğine bağlı olduğu kadar koronal genişletmeye de bağlı olduğunu iddia etmişlerdir. Benzer şekilde geçmişte yapılmış bazı çalışmalarda koronal genişletmenin yapılması tavsiye edilmiştir (Goerig ve ark., 1982; Bryant ve ark., 1999). HeroShaper ve Revo-S grubunda koronal genişletmenin diğer gruplara göre daha az yapılması nedeniyle eğelerin eğimin başlangıç noktasında sıkışarak rotasyon haline devam etmeleri apikal 1-4mm'de eğimin dış duvarından aşırı miktarda rezin kaldırmalarına ve eğelerin kanal merkezinden sapmalarına neden olmuş olabilir. Bununla birlikte Peters (2004) preparasyon öncesi kanal şeklinin eğe tipine bağlı olmaksızın preparasyon sonrası kanal şekline etki ettiğini belirtmiştir.

34-35° eğimli kök kanalına sahip rezin bloklarda kanalın toplam genişletilme miktarı incelendiğinde HeroShaper ve Revo-S gruplarının apikal 1-4mm'de kanal merkezinden aşırı miktarda sapmaları nedeni ile kanalı en çok genişleten iki grup olduğu tespit edilmiştir. Bu iki gruptan sonra kanalı en çok genişleten grup ProTaper Universal grubu olmuştur. Bu durum daha önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi ProTaper Universal eğelerinin büyük bir kora sahip konveks üçgen kesite ve geliştirilmiş kesme etkinliğine sahip olması nedeniyle olabilir (Yun ve Kim, 2003; Çelik Ünal ve ark., 2006; Yang ve ark., 2007).

Daha önceki araştırmalarda (Camps ve ark., 1995; Thompson 2000; Turpin ve ark., 2000; Gambarini ve ark., 2008) tespit edildiği gibi eğelerin kalınlığı artıkça esneklikleri azalmaktadır. ProTaper apikal bitim eğelerinin apikal kısımlarından koronale doğru azalan taperlı yapılarının eğelere direnç kazandırmakla birlikte apikal kısımlarının sertliğini artırdığı belirtilmiştir (Yun ve Kim, 2003; Schäfer ve Vlassis, 2004; Ding-ming

ve ark., 2007). Bu çalışmada da aynı sebep ile ProTaper eğelerinin özellikle apikal bölgede daha çok eğimin dış tarafına doğru transportasyona neden olduğunu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada 34-35° eğimli kök kanalına sahip rezin bloklarda kanalın genişletilmesi sırasında oluşturulmaya çalışılan “flaring” formu Mtwo, ProTaper Universal ve RaCe gruplarında elde edilmiştir. HeroShaper ve Revo-S gruplarında apikal 4mm’de kanalın toplam genişletilmesinde azalma olduğu ve “flaring” formunun bozulduğu tespit edilmiştir. Bu durum yeterince koronal genişletme yapılmadan kullanılan HeroShaper ve Revo-S eğelerinin apikal 4mm’de sıkışarak az miktarda rezin kaldırmaları, apikal 1-4mm’de ise eğelerin düzleşme eğilimleri nedeni ile özellikle eğimin dış duvarından çok miktarda rezin kaldırmaları nedeniyle meydana gelmiş olabilir.

Bu çalışmada S şekilli kanalların özellikle apikal kurvatüründe (apikal 1-3mm) RaCe grubunun diğer gruplara göre daha merkezi bir preparasyon sağladığı görülmüştür. Koronal kurvatürde (apikal 4-6mm) Revo-S ve HeroShaper grupları daha merkezi bir preparasyon yaparken, kanalın düz kısmındaki (apikal 7-10mm) referans noktalarından her mm’de farklı bir ege grubu daha merkezi bir preparasyon oluşturmuştur ve eğelerin merkezde kalma yeteneklerinin istikrarlı olmadığı görülmüştür.

Bu araştırmada S şekilli kanala sahip rezin blokların preparasyonunda eğelerin merkezde kalma etkinliği incelendiğinde genel olarak RaCe grubunun daha merkezi bir preparasyon yaptığı, ProTaper Universal grubunun ise kanalı daha çok düzleştirme eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. RaCe eğelerine kıyasla ProTaper Universal eğelerinin esnekliklerini azaltan geniş kor yapısı eğelerin eğimli kanal içerisindeki düzleşme eğilimlerini artırmış olabilir. Bu çalışmaya benzer şekilde Yoshimine ve ark. (2005) ProTaper, RaCe ve K3 eğelerini S şekilli kanala sahip rezin bloklarda kullanmışlar. Bu çalışmadaki sonuçlara benzer şekilde ProTaper eğelerinin her iki eğim bölgesinde de kanalı düzleştirme eğiliminde olduğu diğer iki grubun kanalın orijinal şekline daha sadık kaldığı tespit edilmiştir. Bununla beraber Yang ve ark. (2006) 40° eğimli ve S şekilli kanala sahip rezin bloklarda Hero642 ve ProTaper eğelerinin şekillendirme etkinliklerini inceledikleri

çalışmada 40° eğime sahip kanallarda eğim açısındaki değişimde iki ege arasında istatistiksel bir fark tespit etmemişlerdir. Buna rağmen ProTaper eğeleri eğim çapını artırma eğiliminde oldukları görülmüştür. S şekilli kanala sahip rezin bloklarda ise hem apikal hem de koronal eğimde ProTaper eğelerinin eğim çapında istatistiksel olarak anlamlı seviyede değişime sebep olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çalışma sonuçlarımızla uyumlu bulunmuştur.

Ersev ve ark. (2010) ProFile, K3, NiTi-TEE, EndoWave ve HeroShaper eğelerini S şeklinde kanala sahip rezin bloklarda kullanmışlar; bu çalışma sonuçlarına paralel olarak HeroShaper eğeleri apikal 1-4mm'de eğimin iç tarafında, 5-8mm'de eğimin dış tarafında, 8-10mm'de tekrar eğimin iç tarafında daha çok madde kaldırmıştır. EndoWave ve HeroShaper istatistiksel olarak anlamlı seviyede daha çok kanaldan sapma göstermiştir. Araştırmacılar bu durumun sebebinin her iki ege sisteminde de koronal genişletme yapılmasına izin veren büyük taperli eğelerin olmayışına bağlamıştır. HeroShaper grubu için elde ettiğimiz sonuçlar bu çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir.

Bu araştırmada S şekilli kanala sahip rezin bloklarda kanalın toplam genişletme miktarı incelendiğinde apikal 1-4mm'de Revo-S grubunun kanalı en çok genişleten grup olduğu görülmüştür. Revo-S grubunun özellikle apikal kurvatürde aşırı miktarda preparasyon yapması bu gruptaki asimetrik kesime sahip eğelerin apikal kısımlarının rotasyon sırasında yılan benzer şekilde hareket yapması nedeniyle olduğunu düşünüyoruz. Apikal 5-10mm'de ProTaper Universal grubunun kanalı en çok genişleten grup olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ProTaper sisteminde koronal genişletme için kullanılan 19 numara .035 ile .19 arasında gittikçe artan 9 farklı tapera sahip SX egesi nedeni ile olduğu kanısındayız. Bu çalışmadaki sonuçlara benzer şekilde Bonaccorso ve ark. (2009) ProTaper, Mtwo, BioRaCe ve BioRaCe + S-Apex eğelerini S şeklinde kanala sahip rezin bloklarda şekillendirme yeteneklerini inceledikleri çalışmalarında ProTaper eğelerinin diğer eğelere göre kanalı en çok genişleten ege grubu olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da ProTaper eğelerinin Mtwo eğelerine göre kanalı daha çok genişlettiği tespit edilmiştir.

Yoshimine ve ark. (2005) ProTaper, RaCe ve K3 eğelerini S şekline sahip rezin bloklarda kullanmışlar. RaCe ve K3 eğelerinin kanalın orijinal şeklini koruduğunu, ProTaper eğelerinin her iki eğim bölgesinde de kanalı düzleştirme eğiliminde olduğunu ve diğer iki gruba göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde kanalı daha fazla genişlettiğini tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışma sonuçlarımıza uygunluk göstermektedir.

Bu çalışmada S şekilli kanala sahip rezin bloklarda kanalın genişletilmesi sırasında oluşturulmaya çalışılan “flaring” formu sadece RaCe grubunda elde edilmiştir. Değişken sarmal yapısına sahip (düz bir yapıdan sarmallı yapıya geçiş), elektro-kimyasal polisaj işlemine tabi tutulmuş ve böylece kesme etkinliği artırılmış RaCe eğeleri bu özellikleri ile koronalde 30° ve apikalde 20° eğimli S şekilli kanalların preparasyonunda diğer eğelere bir üstünlük sağlamış olabilir. Ayrıca RaCe Ni-Ti döner ege sistemi .10/40 ve .08/35 olmak üzere iki koronal genişletme egesi ile yeterli koronal genişletme yapılmasına izin vermiştir. Mtwo grubunda apikal 3mm’de, Revo-S ve HeroShaper gruplarında apikal 3 ve 4mm’de kanalın toplam genişletilmesinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yeterli koronal genişletme yapılmaması nedeni ile eğim bölgelerinde eğelerin daha az rezin kaldırmaları sebebi ile oluştuğunu düşünmekteyiz. Koronal genişletmenin SX (.035- .19/19) egesi ile yapıldığı ProTaper Universal grubunda apikal 3mm’de kanalın toplam genişletilmesinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun sebebinin eğelerin büyük bir kora sahip olmaları ve bitim eğelerinin apikal kısımlarından koronale doğru azalan taperlı yapılarının eğelere direnç kazandırmakla birlikte apikal kısımlarının sertliğini artırmaları (Yun ve Kim, 2003; Schäfer ve Vlassis, 2004; Ding-ming ve ark., 2007) nedeni ile eğimin iç duvarından aşırı miktarda rezin kaldırmaları olduğunu düşünmekteyiz.

Paslanmaz çelik kök kanal aletlerinin kırılmadan önce yapılarındaki deformasyon kolaylıkla saptanabildiği halde Ni-Ti aletlerde yapısal bir deformasyon görülmeden de kırılma gerçekleşebilmektedir (Tepel ve ark., 1997). Bu nedenle Ni-Ti eğelerle çalışırken daha dikkatli olunmalıdır.

Koronal flaringin preparasyon işleminin ilk aşamasında yapılmasının apikal üçlünün preparasyonunu kolaylaştıracağı, eğelere yüklenen stresi azaltacağı, dolayısıyla eğerlerdeki deformasyon oranının azaltılacağı belirtilmiştir (Goerig ve ark., 1982; Bryant ve ark., 1999). Çalışmada kullanılan HeroShaper (.06/20) ve Revo-S (.06/15) gruplarındaki koronal genişletme RaCe (.10/40) ve ProTaper Universal (SX= .035- .19/19) gruplarındakinden daha azdır. Bu nedenle preparasyon öncesi koronal genişletmenin en az yapıldığı Revo-S grubunun ege deformasyonunun (S şekilli kanallarda 4 eğin sarmal yapısı bozulmuş) en çok görüldüğü grup olması normaldir. HeroShaper grubunda Revo-S grubuna göre kısmen koronal genişletme daha çok yapılmakla birlikte 34-35° eğimli kanallarda 1 ve S şekilli kanallarda 1 egede sarmal yapısı bozulmuştur.

HeroShaper Ni-Ti sisteminde kullanılan kanal aletlerinde saptanan deformasyonlar, bu aletlerin üretiminde uygulanan saat yönünün tersine oluşturulan bükümlerden de kaynaklanmış olabilir. Üretici firma, aletlerde uygulanan saat yönünün tersine oluşturulan bükümlerin, alet kırılmasını önlemeye yönelik olduğunu bildirmiştir (<http://www.micro-mega.com/anglais/produits/heroshaper/index.php>, 2011). Bu çalışmada kullanılan HeroShaper eğerlerinden hiç biri kırılmamıştır.

Mtwo eğeleri herhangi bir koronal genişletme yapılmaksızın tüm çalışma boyunca kullanılmalarına rağmen çalışmada sadece bir eğin (.04/10) S şekilli kanala sahip rezin bloğun preparasyonunda deformasyona uğradığı gözlemlenmiştir. Mtwo eğerlerinin sahip olduğu italik S harfi şeklindeki kesitleri, kesici kenarlar arasında artırılmış uzaklık, debris uzaklaşması için geniş bir alana sahip olması özellikleri sistemdeki eğerlerin deformasyonunu ve kırılma riskini azaltmış olabilir (Schäfer ve ark., 2006a; 2006b).

Üretici firma RaCe eğerlerinin elektro-kimyasal polisaj işlemine tabi tutulmasının eğerlerin üretimi sırasında yüzeylerinde oluşabilecek mikroçatlakları ortadan kaldırdığı ve kırık oluşumu riskini azalttığını ileri sürmüştür (http://www.fkg.ch/fileadmin/template-main/images/download/flyer_race/fkg_flyer_race_an_lowr.pdf, 2010a). Bu çalışmada hiç bir RaCe egesi kırılmamakla birlikte elektro-kimyasal polisaj işlemi uygulanmamış

ProTaper Universal ve Mtwo eğelerinde de benzer şekilde hiç ege kırılmamış sadece, bir adet Mtwo .04/10 numaralı egede sarmal yapısı bozulmuştur. Bu durum ProTaper Universal eğelerinin büyük bir kora sahip olması nedeni ile deformasyona karşı daha dirençli olması ve Mtwo eğelerinin kanalı en az genişleten ege grubu olmasına bağlı olarak kanal içinde daha az dirençle karşılaşması nedeni ile meydana gelmiş olabilir.

Schäfer ve Vlassis (2004) 28° ve 35° eğimli kanala sahip rezin bloklarda yaptıkları çalışmada apikal preparasyonu ProTaper grubunda F3, RaCe grubunda .02/35 numaralı ege ile tamamlamışlar ve bu çalışmadaki sonuçlardan farklı olarak iki adet ProTaper (F3) ve üç adet RaCe egesinin (.02/25) kırıldığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise hiç ege kırılması görülmemiştir. Bu farklılığın iki çalışmada kullanılan rezin blok markalarının farklı olması, eğelerin kullanıldığı çalışma boyunun farklı olması ve apikal preparasyonda kullanılan eğelerin çapının farklı olmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Benzer şekilde Schäfer ve ark. (2006a) yaptıkları çalışmada Mtwo, RaCe ve K3 eğelerini 28 ve 35° eğimli kök kanalına sahip rezin bloklarda kullanmışlar, 35° eğimli kök kanallarının preparasyonunda 5 adet Mtwo egesi ve 1 adet RaCe egesinde deformasyon görülürken, 3 adet RaCe egesinde kırık oluşmuştur. Bu çalışmadan farklı olarak yapılan çalışmada bir ege dört kanalda kullanıldıktan sonra değiştirilmiştir ve kırılan 3 RaCe egesi de dördüncü kez kullanılırken kırılmıştır. Bu çalışmada ise her bir ege üç kez kullanıldıktan sonra değiştirilmiştir. Çalışmamızda sadece bir adet HeroShaper .04/25 egesinde sarmal yapısı bozulurken hiç ege kırığına rastlanmamıştır. Çalışma sonuçları arasındaki farklılığın eğelerin kullanım sayısına bağlı olduğu kanaatindeyiz. Bir başka çalışmada ise Aydın ve ark. (2008) 40° eğimli kanala sahip rezin bloklarda HeroShaper ve RaCe eğelerini kullanarak yaptıkları çalışmada hiç ege kırılmasına rastlamazken 8 adet RaCe ve 6 adet HeroShaper egesinde deformasyon tespit etmişlerdir. Eğelerde tespit edilen kırık sonuçları bu araştırmadaki sonuçları desteklemekle birlikte deformasyon sonuçları çalışmadaki sonuçlarımızdan farklıdır. Bu durumun eğelerin kullanımındaki devir/dk farklılığından olduğunu düşünmekteyiz. Üretici firma RaCe eğelerinin 500–600devir/dk arasında sabit bir hızda kullanımlarını önermiştir (http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images/download/flyer_race/fkg_flyer_race_a_n_lowr.pdf, 2010a). Oysa yapılan çalışmada eğeler arasında standardizasyonun

sağlanabilmesi için tüm eğeler 300devir/dk kullanılmıştır. Benzer şekilde RaCe eğelerini bu çalışmadaki devirden daha düşük kullanan (250 devir/dk) Merrett ve ark. (2006) 1 adet RaCe eğesinde (.04/25) kırık oluştuğunu bildirmişlerdir. İki çalışmanın sonuçları incelendiğinde eğelerin kullanımı sırasında üretici firmanın önerdiği devirde kullanmanın daha güvenli olacağı öngörülebilir.

Rezin bloklar üzerinde yapılmış çalışmalar incelendiğinde birçok egede kırık oluştuğu tespit edilmiştir (Schirrmeister ve ark., 2006b; Yang ve ark., 2006; Yang ve ark., 2007; Madureira ve ark., 2010). Bazı çalışmalar ise, bu çalışmada olduğu gibi hiç bir egede kırık oluşmadığını tespit etmiştir (Yun ve Kim, 2003; Calberson ve ark., 2004; Kaptan ve ark., 2005; Rangel ve ark., 2005; Yoshimine ve ark., 2005; Perez ve ark., 2005; Schäfer ve ark., 2006b; Çelik Ünal ve ark., 2006; Sonntag ve ark., 2007). Çalışmalar arası bu farklılığın; eğelerin kullanım sayısı, eğelerin kullanıldığı devir, rezin blokların yapısal farklılığı ve araştırmacıya bağlı değişkenler nedeniyle oluştuğunu düşünmekteyiz.

Bu çalışmada eğelerin çalışma zamanı hesaplanırken sadece aktif preparasyon zamanı tespit edilmiştir. Eğelerin değişimi için geçen zaman ve yıkama süresi çalışma zamanına ilave edilmemiştir. Ege değişimi ve yıkama işlemlerinin araştırmacıya bağlı olarak farklılık gösterebilecek değişkenler olduğundan eğelerin performanslarının daha iyi değerlendirilebilmesi için bu değişkenler çalışma zamanına dahil edilmemiştir (Rangel ve ark., 2005).

Bu çalışmada 34-35° eğimli kanala sahip rezin blokların preparasyon zamanı incelendiğinde RaCe grubunun diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı seviyede daha hızlı bir preparasyon yaptığı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarımıza benzer şekilde Schirrmeister ve ark. (2006b) 20° eğime sahip rezin bloklarda FlexMaster, GT Rotary, ProFile, ProTaper ve RaCe eğelerini inceledikleri çalışmada RaCe grubunun tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı seviyede daha hızlı preparasyon yaptığını tespit etmişlerdir. ProTaper ve RaCe eğelerinin 28 ve 35° eğimli kök kanalına sahip rezin bloklarda karşılaştırıldığı bir çalışmada bu çalışmadaki sonuçlarla uyumlu olarak RaCe ege

sisteminin istatistiksel olarak daha hızlı bir preparasyon sağladığı görülmüştür (Schafer ve Vlassis, 2004). Bununla birlikte çalışmadaki sonuçlarımızdan farklı olarak Schäfer ve ark. (2006a) yaptıkları çalışmada 35° eğimli kanalların preparasyonu için geçen zaman değerlendirildiğinde Mtwo grubunun RaCe ve K3 grubundan istatistiksel olarak daha hızlı olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın sebebinin bu çalışmada sadece aktif preparasyon zamanı ölçülürken, söz konusu çalışmada eğelerin değişimi için geçen süre de preparasyon zamanına eklenmesi olduğunu düşünüyoruz.

Çalışmada S şekilli kanala sahip rezin bloklarda en hızlı preparasyonu yapan RaCe grubu Revo-S grubu hariç, tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı seviyede daha hızlı bulunmuştur. Yang ve ark. (2006) 40° eğimli ve S şekilli kanala sahip rezin bloklarda Hero642 ve ProTaper eğelerinin preparasyon için geçen zamanı incelemişler, 40° eğimli kanalların preparasyonu için her iki grupta yedişer, S şeklindeki kanalların preparasyonu için her iki grupta altışar ege kullanmışlardır. Preparasyon için geçen zaman hesaplanırken aktif preparasyon zamanına, eğelerin değişimi ve yıkama işlemi için geçen zaman da ilave edilmiştir. Her iki kanal tipinde de Hero642 eğeleri ProTaper eğelerinden istatistiksel olarak anlamlı seviyede, kanalı daha hızlı genişletmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde ProTaper eğeleri her iki kanal tipinde de istatistiksel olarak kanalı en uzun sürede genişleten gruptur.

Çalışmada 34-35° eğimli veya S şekilli kanala sahip bir adet rezin bloğun preparasyonu için RaCe grubunda toplam yedi, ProTaper Universal grubunda toplam altı, Mtwo grubunda dört, HeroShaper ve Revo-S gruplarında toplam üçer ege kullanılmıştır. Bununla birlikte diğer gruplara göre daha çok sayıda (7 adet) ege kullanılan RaCe grubunun diğer gruplardan daha kısa sürede kanal preparasyonunu tamamlamasının, RaCe sistemindeki eğelerin üretici firma talimatları doğrultusunda diğer sistemlerden daha yüksek devirde (500devir/dk'da) kullanılması ve bu sistem eğelerinin yüzeylerinin elektro-kimyasal polisaj işlemine tabi tutularak kesme etkinliğinin artırılması nedeni ile meydana geldiği kanaatindeyiz.

Rezin blokların preparasyonu için geçen zamanı karşılaştıran çalışmalar incelendiğinde aynı eğeler için farklı preparasyon zamanı sonuçları görülmüştür. Bu farklılıkların; preparasyon zamanının hesaplanmasında kullanılan yöntem farklılığı (eğme değişimi ve yıkama sürelerinin ilave edilip edilmemesi), eğelerin kullanıldığı devir ve kullanılan eğme sayısı nedeniyle oluştuğu söylenebilir.

Kök kanalının preparasyonu sırasında transportasyon, basamak, zip ve dirsek gibi kanaldan sapmalar meydana gelebilir. Bu gibi durumlar sıklıkla aşırı eğimli kök kanallarında meydana gelir. Kanalın orijinal şeklinden sapması kök kanalının tamamen doldurulmasını engeller, mikroorganizmaların buralarda birikmesine izin vererek kök kanal tedavisinin başarısız olmasına neden olur (Nair ve ark., 1990; Wu ve ark., 2000). Kanal formunun mümkün olduğu kadar korunabilmesi için özellikle dar ve eğri kanallarda taper ve uç çapı küçük olan eğelerin kullanılması önerilmiştir (Yun ve Kim, 2003; Calberson ve ark., 2004; Yoshimine ve ark., 2005; Çelik Ünal ve ark., 2006).

Schäfer ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada .04 taperdan daha fazla tapera sahip Ni-Ti eğelerin eğimli kanalların apikal bölgesinde kullanılmaması gerektiğini belirtmişlerdir. Buna rağmen bu çalışmada .06 taperlı apikal bitim eğelerine sahip RaCe, ProTaper ve Mtwo eğelerinde kanaldan sapmalar görülmemiştir. Bunun sebebi özellikle RaCe ve ProTaper eğelerinde koronal genişletme için kullanılan büyük taperlı eğelerin bulunması, Mtwo eğelerinin ise aşırı esnek yapıları ve debris çıkışına izin veren italik S harfi şeklindeki kesitleri olduğunu düşünüyoruz.

Çalışma sonuçlarına benzer şekilde RaCe eğelerinin hiç zip oluşturmadığı daha önceki çalışmalarda tespit edilmiştir (Rangel ve ark., 2005; Merrett ve ark., 2006; Schirmeister ve ark., 2006b). Benzer şekilde ProTaper Universal eğeleri de her iki kanal tipinde zip ve dirsek oluşturmamıştır. Yun ve Kim (2003) 34-35° eğimli kanala sahip rezin bloklarda ProFile, GT Rotary, Quantec ve ProTaper eğelerinin kanaldan sapma oluşturmadığını tespit etmişlerdir. Schirmeister ve ark. (2006b) 20° eğime sahip rezin bloklarda yaptıkları çalışmada FlexMaster, GT Rotary, ProFile, ProTaper ve RaCe döner

eğeleri sistemleri ile Hedström eğelerini karşılaştırdıklarında sadece Hedström eğelerinin kullanıldığı 1 rezin blokta zip oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışmaların aksine Schafer ve Vlassis (2004) yaptıkları çalışmada 35° eğimli kanala sahip rezin bloklarda RaCe eğelerinin 1 kanalda zip ve 2 kanalda basamak, ProTaper eğelerinin 4 kanalda zip ve 4 kanalda basamak oluşumuna neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışma sonuçlarımız ile uygunluk göstermemektedir. Bunun sebebinin rezin blokların farklı üretici firmalar tarafından yapılması ve apikal preparasyon boyutunun bu çalışmada .02/35 ve F3 ile bitirilmesi olduğunu düşünmekteyiz. Bu çalışmada ise apikal preparasyon .06/25 ve F2 ile tamamlanmıştır. Daha önceki çalışmalarda (Yun ve Kim, 2003; Yoshimine ve ark., 2005) belirtildiği gibi bu çalışma da göstermiştir ki eğri kanallarda taperı ve uç çapı küçük olan eğeler kullanılmalıdır. Bonaccorso ve ark. (2009) ProTaper, Mtwo, BioRaCe ve BioRaCe + S-Apex eğelerinin S şeklinde kanala sahip rezin bloklarda kullanımı sırasında ProTaper eğelerinin 6, Mtwo eğelerinin 4, BioRace eğelerinin 2 kanalda zip ve dirsek oluşturduğunu izlemiştir. Aynı çalışmada ProTaper eğeleri 7, Mtwo eğeleri 5, BioRaCe eğeleri 1 kanalda det basamak oluşturmuştur. Bu sonuçlar çalışmada tespit edilen basamak, zip ve dirsek sayılarından fazladır. Bu durum eğelerin kullanıldığı çalışma boyunun farklı olması ve eğelerin kullanım sayısının farklı olması nedeni ile meydana gelmiş olabilir.

Çalışmada kullandığımız ProTaper Universal eğeleri karşılaştırılan diğer eğelere göre daha büyük bir çekirdek çapına ve modifiye aktif bir uca sahip olması nedeniyle rezin bloklarda daha çok (34-35° eğimli kanallarda 2 adet, S şekilli kanallarda 2 adet) basamak oluşturmuştur.

Calberson ve ark. (2004) 40° eğimli kanala sahip rezin bloklarda ProTaper eğelerinin üç bitim egesini (F1, F2, F3) karşılaştırmıştır. Yaptıkları çalışmada F3 eğeleri 2 kanalda zip ve dirsek oluştururken F1 ve F2 eğeleri komplikasyon oluşturmamıştır. Aynı çalışmada F2 ve F3 eğeleri birer kanalda basamak oluşturmuştur. Bu sonuçlar

çalışmamızdaki ProTaper grubu için tespit ettiğimiz komplikasyon sonuçları ile uyumludur. Her iki çalışmada da eğelerin kullanım sırası ve kullanıldığı çalışma boyu aynıdır.

Bu çalışmada HeroShaper ve Revo-S gruplarının kanaldan aşırı miktarda sapan iki eğe grubu olmaları nedeniyle, zip ve basamak oluşturdıkları rezin blok sayılarının diğer gruplara göre daha fazla olması beklenen bir durumdur. Bu çalışmaya benzer şekilde Perez ve ark. (2005) HeroShaper ve Endoflash eğelerini 35° eğimli kanala sahip rezin bloklar üzerinde yaptıkları incelemede, HeroShaper grubunda 4 kanalda zip oluştuğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki sonuçlara paralellik göstermektedir. Ersev ve ark. (2010) ProFile, K3, NiTi-TEE, EndoWave ve HeroShaper eğelerini S şeklinde kanala sahip rezin bloklarda kullanmışlar; HeroShaper eğelerinin kullanıldığı rezin bloklarda 7 kanalda zip ve dirsek oluşumu tespit edilmiştir.

Literatür incelendiğinde Revo-S eğelerinin kanal şekillendirme yeteneklerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır; ancak bu sistemin karşılaştırılan diğer sistemler gibi kanalın orijinal şeklinden sapmalar meydana getirdiği bu araştırmada tespit edilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde retreatment için özel üretilmiş dört farklı Ni-Ti döner eğe sistemi ile el eğelerinin düz köklü dişlerde retreatment etkinliği incelenmiştir. İncelenen sistemlerden biri olan D-RaCe sisteminin incelendiği bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışma hem D-RaCe sisteminin incelenmesini hem de diğer sistemler ile karşılaştırılmasını amaçlamıştır.

Kök kanal tedavisi başarısız olduğunda kök kanal tedavisinin yenilenmesi, endodontik cerrahi veya dişin çekilmesi olmak üzere üç tedavi seçeneği olasıdır (Lovdahl, 1992). Endodontik tedavinin yenilenmesi başarısız kök kanal tedavisi olgularında en yaygın metottur (Friedman,1986; Paik ve ark., 2004). Buna ek olarak, tedavinin yenilenmesindeki en önemli amaç; kök kanalından tüm dolgu materyalinin kanal içi dezenfeksiyonu ve periapikal iyileşmeyi tam olarak sağlayacak şekilde uzaklaştırılmasıdır (Hülsmann ve Bluhm, 2004; Özsezer, 2004; Schirrmeister ve ark., 2006d). Yeterli miktarda temizliği

yapılmamış ve doldurulmamış kök kanallarından mümkün olduğunca fazla pat ve güta-perkanın uzaklaştırılması, periapikal enflamasyon ve başarısızlık nedeni olabilecek nekrotik doku ve bakterilerin uzaklaştırılmasında önemlidir (Imura ve ark., 2000).

Çekilmiş insan dişlerinin kullanıldığı in vitro çalışmalarda kontrol edilmesi en zor parametre insan dişlerinin sahip olduğu anatomik değişkenliklerdir (Peters ve ark., 2001). Bu nedenle çalışmamızda mümkün olduğu kadar benzer anatomik yapıya sahip tek ve düz kanallı dişler kullanılmıştır. Kullandığımız dişlerin koronal kısımları uzaklaştırarak retreatment işlemini zorlaştırabilecek koronal bölgedeki anatomik engeller ortadan kaldırılmıştır (al-Omari ve Dummer, 1995; Masiero ve Barletta, 2005). Ayrıca apikal genişliği 0,15mm'den büyük olan dişler çalışmadan çıkarılmış ve çalışma boyu 15mm olan standart kökler elde edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada kullanılan diş köklerinin apikal preparasyonu .02 taperlı 30 numaralı el eğesi ile yapılmıştır. Böylece daha önceki bir çalışmada (Hülsmann ve Bluhm, 2004) belirtildiği gibi retreatment gerektiren dişlerde mevcut dar ve yeterince prepare edilmemiş kök kanalları oluşturulmuştur.

Bu çalışmada; daha önceki çalışmalardakine benzer şekilde kök kanallarının doldurulması için soğuk lateral kompaksiyon yöntemi güta-perka ve kanal patı kullanılarak uygulanmıştır (Hülsmann ve Bluhm, 2004; Saad ve ark., 2007; Taşdemir ve ark., 2008a).

Güta-perka, kloroform, halotan, karbondisülfid, benzen, ksilen, Endosolv E ve ökaliptol gibi çözücüler ile çözülebilir (Friedman ve ark., 1990; Roberts ve ark., 2009). Retreatment işlemi sırasında çözücü kullanımının güta-perkanın kök kanalından uzaklaştırılması sırasında aşırı kuvvet uygulanmasını engellediği belirtilmiştir (Friedman ve ark., 1989). Fakat çözücülerin çözme etkinlikleri arasında farklılıklar vardır (Hunter ve ark., 1991, Wilcox, 1995). Ayrıca, kullanılan farklı markadaki güta-perkaların aynı çözücü içinde dahi çözünme kapasitelerinin farklı olduğu bildirilmiştir (Tamse ve ark., 1986). Bazı araştırmacılar çözücü kullanılarak yumuşatılmış güta-perkanın kanal duvarı boyunca yapışarak kaldırılması zor ince bir tabaka oluşturacağını belirtmişlerdir (Sae-Lim, 2000; Keçeci ve ark., 2006). Kloroform güta-perkayı yumuşatmak için en yaygın olarak

kullanılan materyaldir. Bununla birlikte kloroform karsinojen bir madde olarak sınıflandırılmaktadır (International Agency for Research of Cancer, 1987). Lokal periapikal dokulara toksik etki gösterebilir ve sistemik toksik etkisi olabilir. Ayrıca buharlaşarak diş hekimine ve yardımcı sağlık personeline zararlı etki gösterebilir (Wennberg ve Orastavik, 1989; Özsezer, 2004). Çözücülerin özellikle eğri kanallarda retreatment işlemi sırasında çalışma boyuna gidilemediğinde ya da apikal bölgeye ulaşılmasını engelleyen bir tıkanma oluştuğunda kullanımı tavsiye edilmekle birlikte düz kanallı dişlerde retreatment işlemi sırasında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada düz köklü dişlerin kullanılması ve özellikle eğelerin retreatment etkinliğini değiştirebilecek etkenlerin mümkün olduğu kadar azaltılmasına çalışılması nedeniyle çözücü kullanılmamıştır. Aynı şekilde kök kanal dolguları uzaklaştırıldıktan sonra kökler tekrar enstrümente edilmemiştir. Böylece sadece retreatment işleminde kullanılan eğe gruplarının etkinliği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu araştırmada karşılaştırılan ProTaper Universal Retreatment grubunun son eğesinin uç çapı 0,20mm iken diğer tüm gruplarda kullanılan son eğelerin uç çapı 0,25mm'dir. D-RaCe grubunda kullanılan son eğenin taperi .04 iken, Mtwo R grubunda .05, ProTaper Universal Retreatment grubunda .07, R-Endo grubunda .04 ve el eğesi grubunda .02'dir.

Bu çalışmada güta-perkanın tamamen uzaklaştırıldığına; çalışma uzunluğuna ulaşıldığında, son kullanılan alet üzerinde güta-perka görülmediğinde ve kök kanalında açıkça görünen güta-perka kalmadığında karar verilmiştir (Somma ve ark., 2008). Bununla birlikte çalışmada; kullanılan son kanal aleti üzerinde güta-perka görülmemesinin kanal dolgusunun tamamen uzaklaştırıldığı gösteren bir kriter olmadığı gösterilmiştir.

Güta-perka ve kanal dolgu patı radyografik olarak birbirinden ayırt edilememektedir (Schirrmeyer ve ark., 2006a). Bu nedenle çalışmada artık kanal dolgusu değerlendirilirken güta-perka ve kanal patı bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada artık kök kanal dolgusunun değerlendirildiği iki yaygın yöntem olan radyografik değerlendirme ve köklerin longitudinal olarak ikiye bölünmesi yöntemleri kullanılarak hem

iki yöntemin karşılaştırılması hem de ege gruplarının retreatment etkinliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Betti ve Bramante (2001), köklerin longitudinal olarak ikiye bölünmesi yönteminin radyografik olarak artık kanal dolgusunun değerlendirildiği yöntemle göre daha üstün olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada da köklerin longitudinal olarak bölünmesi yöntemi radyografik değerlendirmeye göre daha gerçek sonuçlar vermiştir. Kanal içinde ince bir tabaka halinde bulunan artık kök kanal dolgusunun radyoopasitesi dentine yakın olması nedeniyle radyografik değerlendirme yönteminde tespit edilmemiş olabilir. Ayrıca artık kanal dolgusunun radyografik olarak değerlendirilmesinin iki boyutlu bir analize izin vermesi ve görüntüde bozulmaların oluşabilmesi (Ünal ve ark., 2009) nedeniyle köklerin longitudinal olarak bölünmesi yöntemine göre daha az hassas olduğu belirtilmiştir (Takahashi ve ark., 2009). Bununla birlikte köklerin longitudinal olarak ikiye bölünmesi sırasında artık kök kanal dolgusunun zedelenme riski bulunmaktadır (Ferreira ve ark., 2001).

Artık kanal dolgusu köklerin ayrılması yöntemi ile değerlendirildiğinde koronal orta ve apikal üçlüde el egesi grubu daha üstün bulunmuştur. Çalışma sonuçlarına göre artık kök kanal dolgusu radyografik olarak değerlendirildiğinde kullanılan ege grupları arasında istatistiksel bir fark tespit edilmeksizin el egesi grubunda daha az olduğu tespit edilmiştir. Daha önceki yıllarda yapılmış bazı çalışmalar bu sonuçları desteklemektedir (Sae-Lim ve ark., 2000; Somma ve ark., 2008; Hammad ve ark., 2008; Ünal ve ark., 2009).

Bu araştırmanın sonuçları diğer araştırmadakilere paralel olarak apikal üçlüde daha çok kanal dolgusunun kaldığını göstermiştir (Imura ve ark., 2000; Masiero ve Barletta, 2005; Schirrmeister ve ark., 2006b; Gergi ve Sabbagh, 2007; Somma ve ark., 2008; Fenoul ve ark., 2010; Ünal ve ark., 2009; Aydın ve ark., 2009). Ancak Zmener ve ark. (2006) oval şekilli kanallardaki retreatment işleminde orta üçlüde koronal ve apikal üçlüye göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmaksızın daha çok artık kaldığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada el eğesi grubunda kullanılan Gates Glidden frezler yapısal özelliklerinden dolayı güta-perkayı kökün koronal ve orta bölgesinde daha etkili uzaklaştırdığı daha önceki çalışmalarda da tespit edilmiştir (Zmener ve ark., 2006; So ve ark., 2008). Ayrıca Gates Glidden frezlerin kullanımı sırasında açığa çıkan ısı güta-perkayı yumuşatmış olabilir. Çalışmada kullanılan kök kanallarının düz olması Gates Glidden frezlerin güvenle kullanımına izin vermiştir.

Mtwo R grubu ise apikal bölgede aşırı miktarda artık kanal dolgusu bırakmıştır. Bu durum .05/25 numaralı Mtwo R2 eğesinin çekirdek çapının küçük olması nedeniyle .02/30 numaralı K tipi eğe ile apikal preparasyonu bitirilmiş köklerde; artık kanal dolgusu eğe ile kök kanal duvarı arasında sıkıştırılamamış ve uzaklaştırılamamış olabilir (Beeson ve ark., 1998).

Takahashi ve ark. (2009), Gates Glidden frezler ve K tipi eğeler ile ProTaper Universal Retreatment eğelerinin çözücü kullanarak veya kullanmadan düz köklü dişlerde retreatment etkinliklerini, oluşturdukları dört gruptaki artık kanal dolgu miktarını kökleri longitudinal olarak ikiye bölerek incelemişler, sonuç olarak dört grupta istatistiksel olarak bir fark tespit edilmezken Gates Glidden frezler ve K tipi eğelerin kullanıldığı grupta ProTaper Universal Retreatment eğelerinin kullanıldığı gruba göre daha az miktarda artık kanal dolgusu kaldığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki sonuçlarla örtüşmektedir. Benzer şekilde Özçopur ve ark. (2009), R-Endo, ProTaper, K3 ve el eğelerini eğimleri 5°'yi geçmeyen tek köklü, tek kanallı dişlerin retreatment işleminde kullanmışlar, araştırmacılar köklerin longitudinal olarak ikiye bölünmesinden sonra her bir parça apikal, orta ve koronal olmak üzere üç kısma ayrılarak artık kanal dolgusunu değerlendirmişlerdir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarla paralel olarak koronal, orta ve apikal üçlülerde el eğesi en iyi temizliği sağlayan grup olmuştur. Başka bir çalışmada Bramante ve ark. (2010), ProTaper Universal Retreatment, Mtwo R ve el eğelerinin (Gates Glidden frezler, Hedström ve K tipi eğe) kök kanal dolgusunu uzaklaştırmadaki etkinliklerini diş köklerini longitudinal olarak ikiye ayırarak incelemişlerdir. Bu çalışmadaki sonuçlara benzer şekilde Mtwo R grubu diğer iki gruba göre daha çok kanal

dolgunu kanalda bırakmıştır. Aynı şekilde el eğeleri koronal ve orta 1/3'te ProTaper Universal Retreatment grubuna göre daha az kanal dolgunu bırakmıştır. Apikal 1/3'te ise el eğeleri bu çalışmadaki sonuçlardan farklı olarak daha çok artık kanal dolgunu bırakmıştır. İki çalışma arasındaki bu farklılığın nedeni söz konusu çalışmada kök kanal preparasyonu sırasında apikal preparasyon boyutunun .02/40 olması olabilir. Bu araştırmada ise yeterince genişletilmemiş kök kanallarının oluşturulabilmesi için apikal preparasyon .02/30 numaralı K tipi eğe ile yapılmıştır.

Taşdemir ve ark. (2008a), ProTaper, R-Endo, Mtwo ve Hedström eğelerin retreatment işlemindeki etkinliklerini inceledikleri çalışmada artık kanal dolgu miktarını kökleri şeffaflaştırarak değerlendirmişlerdir. İstatistiksel bir fark olmaksızın R-Endo grubunun Hedström eğelere göre daha az artık bıraktığı tespit edilmiştir. Sonuçlar çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu değildir. Bu durumun sebebi araştırmacıların bu çalışmadan farklı olarak güta-perkanın yumuşatılması için solvent kullanmaları olabilir.

Ünal ve ark. (2009) R-Endo, ProTaper Universal Retreatment, Profile ve el eğelerinin (Gates Glidden frezler, K tipi ve Hedström eğeler) eğimli kök kanallarındaki retreatment etkinliklerini radyografik olarak incelemişlerdir. Eğe gruplarının etkinliği açısından apikal, orta ve koronal üçlüler arasında istatistiksel bir fark tespit edilmemiştir. Kullanılan tekniğe bağlı olmaksızın apikal 1/3'te orta ve koronal üçlüye göre istatistiksel olarak anlamlı seviyede daha çok artık kanal dolgunu kalmıştır. Sonuçlar bu çalışma sonuçları ile uyum göstermektedir.

Daha önce yapılmış olan çalışmalarda olduğu gibi bu araştırmada da kullanılan eğe gruplarının hiç biri kök kanal dolgunu tam olarak uzaklaştırılmamıştır (Bramante ve Betti, 2000; Betti ve Bramante, 2001; Barrieshi-Nusair, 2002; Masiero ve Barletta, 2005; Zmener ve ark., 2006; Saad ve ark., 2007; Dall'Agno ve ark., 2008; Giuliani ve ark., 2008; Özçopur ve ark., 2009; Bramante ve ark., 2010; Marfisi ve ark., 2010). Yapılan çalışmalarda (Ladley ve ark., 1991; Masiero ve Barletta, 2005; Gergi ve Sabbagh, 2007) iyi kondanase edilen kök kanal dolgununun sökülmesinin daha zor olduğu belirtildiği üzere,

bu çalışmada da tüm eğe gruplarında artık kök kanal dolgu materyali gözlenmesi doğal bir sonuçtur. Ayrıca kullanılan tekniğe bağlı olmaksızın kök kanalında her zaman bir miktar güta-perka ve kanal dolgu patı kalabileceğini bildirmiştir (Wilcox ve ark., 1987; Zuolo ve ark., 1994).

Araştırmacılar döner aletlerin güta-perkayı plastikleştirerek yumuşatabileceğini (Hülsmann ve Bluhm, 2004) ve yumuşayan güta-perkanın kanaldan daha kolay uzaklaştırılacağını belirtmişlerdir (Bramante ve Betti, 2000; Betti ve Bramante, 2001). Bramante ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada ProTaper Universal Retreatment eğelerinin Mtwo R eğelerine göre daha az artık kanal dolgusu bıraktığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da ProTaper Universal Retreatment grubu Mtwo R grubuna göre kanal içinde daha az artık kanal dolgusu bıraktığı ve çalışma zamanının daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Bramante ve Betti (2000), Quantec SC eğelerini 350, 700 ve 1500devir/dk'da kullanarak retreatment etkinliklerini incelemişlerdir. Çalışmalarında eğelerin 1500devir/dk'da kullanıldığında daha çabuk ve daha az alet kırığı oluşturarak retreatment işlemini gerçekleştirdiğini tespit edilmiştir. Bu çalışmada da diğer eğe gruplarına göre daha yüksek devirde kullanılan D-RaCe eğeleri istatistiksel bir fark olmaksızın ProTaper Universal Retreatment eğeleri kadar çabuk kanal dolgusunu uzaklaştırmış ve hiç eğe kırığı oluşmamıştır.

Bu araştırmada D-RaCe ve ProTaper Universal Retreatment grupları istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmaksızın retreatment işlemini en kısa sürede gerçekleştiren iki gruptur. D-RaCe grubunda (DR1; .10/30) ve ProTaper Universal Retreatment grubunda (D1; .09/30) koronal genişletme yapan özel eğelerin bulunması ve retreatment işleminde kullanılan eğe sayısının sırasıyla 2 ve 3 olması bu sistemlere avantaj sağlamış olabilir. El eğesi grubu retreatment işleminin için en uzun süre gerektiren grup olmuştur. Gates Glidden frezlerin kullanımı koronal ve orta üçlüde kanal dolgusunu hızlı bir şekilde uzaklaştırmasına rağmen apikal bölgede kullanılan el eğeleri uzun bir çalışma zamanı gerektirmiştir.

Bramante ve ark. (2010), ProTaper Universal Retreatment, Mtwo R ve el eğelerinin (Gates Glidden frezler, Hedström ve K tipi eğeler) kanal dolgusunu uzaklaştırmadaki etkinliklerini inceledikleri çalışmada ProTaper Universal Retreatment grubunun istatistiksel bir fark olmaksızın el eğesi ve Mtwo R gruplarına göre daha uzun sürede kanal dolgusunu uzaklaştırdığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki sonuçlarla uygunluk göstermemekle birlikte bu durumun sebebi bu çalışmada sadece Mtwo R2 eğesinin kullanılmış olması olabilir. Yaptığımız çalışmada ise iki adet Mtwo R eğesi kullanılmıştır (R1 ve R2). Ünal ve ark. (2009), R-Endo, ProTaper Universal Retreatment, Profile ve el eğelerinin (Gates Glidden frezler, K tipi ve Hedström eğeler) retreatment etkinliklerini eğimli kök kanallarında inceledikleri çalışmada bu çalışma sonuçlarından farklı olarak el eğeleri, R-Endo grubuna göre istatistiksel olarak daha hızlı kanal dolgusunu uzaklaştırmıştır. Çalışmamızdan farklı olarak bu çalışmada güta-perkanın yumuşatılması için solvent kullanılması ve eğimli kanallarda çalışılmış olması bu duruma sebep olmuş olabilir.

Kök kanalının enstrümante edilmesi sırasında apikalden taşan debris periapikal iyileşmeyi olumsuz etkileyebilir veya flare-up oluşmasına neden olabilir (Schirrmeister ve ark., 2006d). Bergenholtz ve ark. (1979), yaptıkları klinik çalışmada taşkın preparasyonun veya taşkın kanal dolgusunun yeni bir periapikal lezyon oluşturabileceğini veya var olan periapikal lezyonun iyileşmesini büyük ölçüde önleyeceğini belirtmişlerdir.

Araştırmacılar Hedström ve K-tipi eğelerin eğeleme hareketi ile kanal içerisinde ileri ve geri çekerek kullanımı sırasında bir piston özelliği kazanarak debris ve yıkama solüsyonunu apikal foramenden dışarı itebileceğini belirtmişlerdir (Brown ve ark., 1995). Döner aletlerle kök kanal dolgusu uzaklaştırılırken rotasyon halindeki eğenin apikal bıçakları arasında sıkışan debrisin oluklar (flutes) boyunca koronale doğru hareket ettiği, böylece apikalden taşan madde miktarının azaltılabileceği belirtilmiştir (Beeson ve ark., 1998).

Tüm in vitro çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da apeks açıldı. Oysa klinikte apeks apikal taşkınlığa direnç gösteren periapikal veya granüloamatöz doku ile çevrilidir. Bu nedenle in vitro çalışmaların birebir klinik koşulları taklit etmedikleri unutulmamalıdır.

Bu çalışmada Mtwo R grubu apikalden hiç kök kanal dolgusu taşırmamıştır. Bu durum Mtwo R eğelerinin kesici bir uca sahip olması ve küçük bir çekirdek çapına sahip olması nedeniyle olabilir. Bununla birlikte Mtwo grubu apikal üçlüde fazla miktarda artık kanal dolgusu bırakarak iyi bir temizleme yapamamıştır. Diğer tüm gruplar bir miktar kök kanal dolgusunu taşımışlardır. D–RaCe grubu en fazla apikal taşkınlığa sebep olan gruptur. Bu eğelerin apikalde kullanılan D2 egesinin 600devir/dk kullanılması ve pasif uçlu olması apikalden kanal dolgusu taşmasına neden olmuş olabilir.

Özçopur ve ark. (2009), R-Endo, ProTaper, K3 ve el eğelerini eğimleri 5°'yi geçmeyen tek köklü, tek kanallı dişlerin retreatment işleminde kullandıkları çalışmada bu çalışmadaki sonuçlara benzer şekilde her grupta apikalden bir miktar dolgu materyali taşıdığını tespit etmişlerdir. Imura ve ark. (2000), iki Ni-Ti döner sistem (Quantec ve ProFile) ile iki el egesinin (Hedström ve K tipi ege) kök kanal dolgusunun uzaklaştırması sırasında apikalden taşan kanal dolgusunun ağırlıklarını incelemişler, araştırmacılar gruplar arasında istatistiksel bir fark bulmamakla beraber tüm gruplarda bir miktar kanal dolgusu taşıdığını tespit etmişlerdir. Ünal ve ark. (2009), R-Endo, ProTaper Universal Retreatment, Profile ve el eğelerinin (Gates Glidden frezler, K tipi ve Hedström eğeler) eğimli kök kanallarındaki retreatment etkinliklerini inceledikleri çalışmada apikalden taşan materyal açısından gruplar arasında istatistiksel bir fark tespit etmemişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki sonuçlarla örtüşmektedir.

Bu çalışmada Mtwo R grubu retreatment işleminde kullanılan ege gruplarından en çok deformasyona uğrayan gruptur. Mtwo R eğelerinin küçük çekirdek çapları kök kanal dolgusunu delebilmek için eğelere yeterli direnci sağlayamamaktadır. Ayrıca Mtwo R eğelerinin aktif uçları eğelerin kök kanal dolgusu içine saplanmasına ve rotasyon sırasında eğelerin kırılmasına neden olmuş olabilir. En az deformasyona uğrayan el egesi grubunda

hiç ege kırığına rastlanmamıştır. Bu durum el eğelerinin kullanımı sırasında parmak hassasiyetinin vermiş olduğu bir avantaj olarak değerlendirilebilir. D-RaCe grubunda sadece üç eğin sarmal yapısı bozulmuştur. Bu gruptaki eğelerinin elektro-kimyasal polisaj işlemi ile yüzeylerindeki mikroçatlakların giderilmesi, eğelerin kırılma direncini artırmıştır.(http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images/download/instruction_manuals/fkg_drace_instruction_manual_an.pdf, 2010b).

Haikel ve ark. (1999), döner aletlerde oluşan kırıklarda eğelerin taper açılarının önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Schirrmeyer ve ark.(2006d) yaptığı çalışmada büyük taperlı Ni-Ti döner aletlerin apikal bölgede kullanımları sırasında kırık oluşma riskinin arttığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ProTaper Universal Retreatment grubunda apikal bölgedeki kanal dolgusunun uzaklaştırılması için kullanılan .07 taperlı D3 eğelerinden ikisinde kırık olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla çalışma sonuçları daha önceki çalışmalarda elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Somma ve ark. (2008), ProTaper Retreatment, Mtwo R ve el eğelerinin (Gates Glidden frezler ve Hedström eğeler) retreatment etkinliklerini inceledikleri çalışmada çalışma sonuçlarımızdan farklı olarak hiçbir egede deformasyon ve kırık tespit etmemişlerdir. Bu farklılığın sebebi araştırmacıların bu çalışmada solvent kullanmış olması çalışmamızda ise kullanılmamış olması olabilir. Benzer şekilde Taşdemir ve ark. (2008a) ProTaper, R-Endo, Mtwo ve Hedström eğelerin retreatment işlemindeki etkinliklerini inceledikleri çalışmada hiçbir egede kırık oluşumuna rastlamamışlardır. Bunun sebebi her eğin iki kanalda kullanıldıktan sonra değiştirilmesi ve güta-perkanın bir solvent ile yumuşatılması olabilir.

Ünal ve ark. (2009), R-Endo, ProTaper Universal Retreatment, Profile ve el eğelerinin (Gates Glidden frezler, K tipi ve Hedström eğeler) retreatment etkinliklerini eğimli kök kanallarında inceledikleri çalışmada Profile ve el eğelerinde hiçbir kırık oluşmazken, ProTaper Universal Retreatment eğelerinde beş (3 D3 ve 2 D2), R-Endo eğelerinde iki (R3) kırık tespit edilmiştir. Düz köklü dişlerin kullanıldığı bu çalışmada ise

ProTaper Universal Retreatment eğelerinde iki (D3), R-Endo eğelerinde bir (R3) eğede kırık tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları arasındaki fark kullanılan köklerdeki eğim açısı farklılığı nedeni ile meydana gelmiş olabilir.

Bu çalışmada eğelerin standart şatlarda in vitro olarak yeterlilikleri değerlendirilmekle birlikte eğelerin şekillendirme yeteneklerini daimi dişler üzerinde inceleyen ve retreatment eğe gruplarının düz ve eğimli kanallarda etkinliklerinin incelendiği daha ileri in vitro ve klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Bununla birlikte retreatment işleminde elde edilen sonuçların eğimli kanalların kullanıldığı çalışma sonuçlarıyla tam olarak karşılaştırılamaması bu çalışmanın sınırlarını oluşturmaktadır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmanın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

1- Aşırı eğime sahip kanalların preparasyonunda tüm eğe gruplarının kanalın orijinal şekline sadık kalamadığı görülmüştür. Bununla birlikte RaCe grubu kanalı diğer gruplara göre daha merkezi bir şekilde genişletmiştir.

2- Kök kanalının şekillendirilmesi sonrası arzu edilen “flaring” formu 34-35° eğimli kanala sahip rezin bloklarda Mtwo, ProTaper Universal ve RaCe gruplarında, S şekilli kanala sahip rezin bloklarda ise sadece RaCe grubunda oluşturulabilmiştir.

3- Çalışma zamanı ve kök kanalında meydana gelebilecek iatrojenik hatalar bakımından RaCe grubu diğer gruplardan daha üstün bulunmuştur.

4- Bu çalışmanın retreatment bölümünde karşılaştırılmış eğe grupları tüm kök kanalında özellikle kanalın apikal üçlüsünde artık kanal dolgusu bırakmıştır. Kök kanal dolgusunu uzaklaştırmada retreatment için üretilmiş özel Ni-Ti döner eğelerin el eğelerinden üstün olmadığı tespit edilmiştir. Ancak el eğelerinin kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak için daha çok zamana ihtiyaç duyması nedeniyle Ni-Ti döner eğeler ile birlikte kullanılması önerilebilir.

5- Artık kanal dolgusu radyografik yöntemle kıyasla köklerin longitudinal olarak ikiye ayrılması yönteminde daha net tespit edilmiştir.

6- Retreatment sırasında Mtwo R eğelerinin diğer eğelere göre daha çok deformasyona uğradığı görülmüştür.

7. KAYNAKLAR

- Abou-Rass M. Evaluation and clinical management of previous endodontic therapy. *J Prosthet Dent.* 1982 May;47(5): 528-34.
- Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc.* 1980 Nov;101(5): 792-4.
- Alaçam T. Endodonti. Ankara, Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Basımevi. 1990; 179-82; 451-494.
- al-Omari MA, Dummer PM. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod.* 1995 Mar;21(3): 154-8.
- al-Omari MA, Dummer PM, Newcombe RG. Comparison of six files to prepare simulated root canals. 1. *Int Endod J.* 1992 Mar;25(2): 57-66.
- American Association of Endodontists. Glossary - Contemporary Terminology for Endodontics. Sixth Ed.. Chicago IL, USA. 1998; 233.
- Aydın B, Köse T, Çalışkan MK. Effectiveness of HERO 642 versus Hedström files for removing gutta-percha fillings in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2009 Nov;42(11): 1050-6.
- Aydın C, Inan U, Yasar S, Bulucu B, Tunca YM. Comparison of shaping ability of RaCe and Hero Shaper instruments in simulated curved canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Mar;105(3): 92-7.
- Aydoğdu A. Şekil hatırlamalı CuAlNi alaşımlarındaki martensitik dönüşümler üzerinde termal yaşlandırma etkiler. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ Doktora Tezi, 1995; 5-8.
- Baker MC, Ashrafi SH, Van Cura JE, Remeikis NA. Ultrasonic compared with hand instrumentation: a scanning electron microscope study. *J Endod.* 1988 Sep;14(9): 435-40.
- Barletta FB, Rahde Nde M, Limongi O, Moura AA, Zanesco C, Mazocatto G. In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during retreatment. *J Can Dent Assoc.* 2007 Feb;73(1): 65.
- Barrieshi-Nusair KM. Gutta-percha retreatment: effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. *J Endod.* 2002 Jun;28(6): 454-6.
- Baumann MA. Nickel-titanium: options and challenges. *Dent Clin North Am.* 2004 Jan;48(1): 55-67.

- Baumann M.A. Reamer with alternating cutting edges: concepts and clinical application. *Endodontics Topics*, 2005;10: 176-9.
- Baumann MA, Leinbrock O, Hellmich M, Baumann-Giedziella UA. Effectiveness of root canal instrumentation with RaCe: an SEM study. *J Endod, Abstracts*, 2003; 29, 286.
- Baumann MA, Roth A. Effect of experience on quality of canal preparation with rotary nickel-titanium files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1999 Dec;88(6): 714-8.
- Beer, R., Baumann, M.A., Kim, S. *Color Atlas of Dental Medicine; Endodontology*, First Ed., Thieme, Stuttgart, Germany. 2000; 84.
- Beeson TJ, Hartwell GR, Thornton JD, Gunsolley JC. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile .04 Taper series 29. *J Endod*. 1998 Jan;24(1): 18-22.
- Bergenholtz G, Lekholm U, Milthorpe R, Engstrom B. Influence of apical overinstrumentation and overfilling on re-treated root canals. *J Endod*. 1979 Oct;5(10): 310-4.
- Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2003 Apr;36(4): 288-95.
- Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J*. 2001 Jul;34(5): 390-8.
- Bertrand MF, Lupi-Pégurier L, Médioni E, Muller M, Bolla M. Curved molar root canal preparations using Hero 642 rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J*. 2001 Dec;34(8): 631-6.
- 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 Jan;29(1): 15-9.
- Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod*. 2004 Apr;30(4): 228-30.
- Betti LV, Bramante CM. Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J*. 2001 Oct;34(7): 514-9.

- Blum JY, Machtou P, Ruddle C, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. *J Endod.* 2003 Sep;29(9): 567-75.
- Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schäfer E, Tripi TR. Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2009 Jun;35(6): 883-6.
- Bonaccorso A, Tripi T.R, Cantatore G, Condorelli GG. Surface properties of nickel-titanium rotary instruments. *Endod Pract Today.* 2007;(1): 45-52.
- Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod.* 1987 May;13(5): 243-5.
- Bramante CM, Betti LV. Efficacy of Quantec rotary instruments for gutta-percha removal. *Int Endod J.* 2000 Sep;33(5): 463-7.
- 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 Nov;36(11): 1870-3.
- Brown DC, Moore BK, Brown CE Jr, Newton CW. An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. *J Endod.* 1995 Dec;21(12): 587-91.
- Bryant ST, Dummer PM, Pitoni C, Bourba M, Moghal S. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J.* 1999 May;32(3): 155-64.
- Bryant ST, Thompson SA, al-Omari MA, Dummer PM. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J.* 1998 Jul;31(4): 282-9.
- Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation--Part 1. Concepts for variably tapered shaping instruments. *Int Endod J.* 2000 Nov;33(6): 516-29.
- Buchanan LS. Working length and apical patency: the control factors. *Endod Rep.* 1987 Fall-Winter: 16-20.
- Calas, P., HEROShapers: the adapted pitch concept. *Endodontics Topics,* 2005;10: 155-162.

- Calberson FL, Deroose CA, Hommez GM, De Moor RJ. Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals. *Int Endod J.* 2004 Sep;37(9): 613-23.
- Camps JJ, Pertot WJ, Levallois B. Relationship between file size and stiffness of nickel titanium instruments. *Endod Dent Traumatol.* 1995 Dec;11(6): 270-3.
- Chernick LB, Jacobs JJ, Lautenschlager EP, Heuer MA. Torsional failure of endodontic files. *J Endod.* 1976 Apr;2(4): 94-7.
- Chu CH, Lo EC, Cheung GS. Outcome of root canal treatment using Thermafil and cold lateral condensation filling techniques. *Int Endod J.* 2005 Mar;38(3): 179-85.
- Clauder T, Baumann MA. ProTaper NT system. *Dent Clin North Am.* 2004 Jan;48(1): 87-111.
- Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod.* 1997 Apr;23(4): 232-5.
- Cunningham CJ, Senia ES. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 1992 Jun;18(6): 294-300.
- Çalışkan MK. Endodontide tanı ve tedaviler, İstanbul, Nobel. 2006; 545-77.
- Çelik Ünal G, Keçeci A D Üreyen Kaya B. İki ayrı tip döner ve bir el aletinin yapay kök kanallarındaki genişletme etkinliklerinin karşılaştırılması. *GÜ Dişhek Fak Derg.* 2006; 23: 11-16.
- Dall'Agnol C, Hartmann MS, Barletta FB. Computed tomography assessment of the efficiency of different techniques for removal of root canal filling material. *Braz Dent J.* 2008;19(4): 306-12.
- Darendeliler Yaman S. Endodontide kullanılan kök kanal eğeleri. *GÜ Dişhek Fak Derg.* 2002; 19:51-7.
- Dilibal S. Nikel-Titanyum Şekil Bellekli Alaşım Üretimi ve Şekil Bellek Eğitimi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 2005; 10-11.
- Ding-ming H, Hong-xia L, Cheung GS, Lan Z, Hong T, Xue-dong Z. Study of the progressive changes in canal shape after using different instruments by hand in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2007 Aug;33(8): 986-9.
- Duerig TW, Melton KN, Stöckel D, Wayman CM. Engineering aspects of shape memory alloys. Butterworth-Heinemann, London, 1990; 3-45, 369-93.

- Dummer PM, Alodeh MH, Doller R. Shaping of simulated root canals in resin blocks using files activated by a sonic handpiece. *Int Endod J.* 1989 Sep;22(5): 211-5.
- Elasaad M G, Isler AE, McDonald NJ. An evaluation of root canal centering abilities of ProTaper and RaCe Ni-Ti rotary files and Flexofiles. *J Endod. Abstracts*, 2002; 28:247.
- Eldeeb ME, Boraas JC. The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J.* 1985 Jan;18(1): 1-7.
- Ersev H, Yilmaz B, Ciftçioğlu E, Ozkarsli SF. A comparison of the shaping effects of 5 nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 May;109(5): 86-93.
- Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod.* 1995 Apr;21(4): 173-6.
- European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J.* 2006 Dec;39(12): 921-30.
- Farge P, Nahas P, Bonin P. In vitro study of a Nd:YAP laser in endodontic retreatment. *J Endod.* 1998 May;24(5): 359-63.
- Fenoul G, Meless GD, Pérez F. The efficacy of R-Endo rotary NiTi and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and Resilon. *Int Endod J.* 2010 Feb;43(2): 135-41.
- Ferreira JJ, Rhodes JS, Ford TR. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *Int Endod J.* 2001 Jun;34(4): 267-74.
- Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA, Prati C. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2004 Dec;37(12): 832-9.
- Frajlich SR, Goldberg F, Massone EJ, Cantarini C, Artaza LP. Comparative study of retreatment of Thermafil and lateral condensation endodontic fillings. *Int Endod J.* 1998 Sep;31(5): 354-7.
- Friedman S, Rotstein I, Shar-Lev S. Bypassing gutta-percha root fillings with an automated device. *J Endod.* 1989 Sep;15(9): 432-7.
- Friedman S, Stabholz A. Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 1: Criteria for case selection. *J Endod.* 1986 Jan;12(1): 28-33.

- Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment--case selection and technique. 3. Retreatment techniques. *J Endod.* 1990 Nov;16(11): 543-9.
- Gambarini G, Gerosa R, De Luca M, Garala M, Testarelli L. Mechanical properties of a new and improved nickel-titanium alloy for endodontic use: an evaluation of file flexibility. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Jun;105(6): 798-800.
- Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod.* 1996 Jul;22(7): 369-75.
- Garip Y. Döner Ni-Ti kanal aletleri ile şekillendirme teknikleri. *İzmir Dişhekimleri Odası Dergisi Bilimsel Eki.* 2001;3: 1-5.
- 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 Jul;40(7): 532-7.
- Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *J Endod.* 2008 Nov;34(11): 1381-4.
- Glickman GN, Koch KA. 21st-century endodontics. *J Am Dent Assoc.* 2000 Jun;131 Suppl: 39-46.
- Glossen CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod.* 1995 Mar;21(3): 146-51.
- Goerig AC, Michelich RJ, Schultz HH. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod.* 1982 Dec;8(12): 550-4.
- GT Series X Brochure. Tulsa, OK: Dentsply Tulsa Dental Specialties; 2008; 2.
- Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J.* 2005 Oct;38(10): 743-52.
- 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 Apr;41(4): 288-95.
- Haikel Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *J Endod* 2008;34: 1370–3.

Haznedaroğlu F. Nikel-titanium döner aletlerle kök kanal şekillendirilmesi. Hero 642 yöntemi. Malatya Dişhekimleri Odası Dergisi, 1999;17: 8-10.

Himel V T, John T, McSpadden, and Harold E. Goodis. Instruments, Materials and Devices. In: Cohen S, Hargreaves KM, Pathways of the Pulp, 9th Ed., St Louis Elsevier, USA, 2006; 248.

Hof R, Perevalov V, Eltanani M, Zary R, Metzger Z. The self-adjusting file (SAF). Part 2: mechanical analysis. J Endod. 2010 Apr;36(4): 691-6.

<http://www.dentsply.co.uk/Products/Endodontics/Endodontic-Files/Rotary-Files/System-GT-Rotary-Files.aspx>, 2011.

<http://www.dentsply.co.uk/Uploads/Files/endodontic%20cat%20updated.pdf> , 2011.

<http://www.dentsply.co.uk/WaveOne.aspx>, 2011.

http://www.dentsplymea.com/sites/default/files/Brochure_ProFile.en_.pdf, 2011.

<http://www.discusdental.com/lightspeed.php>, 2011.

http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images/download/flyer_race/fkg_flyer_race_an_lowr.pdf, 2010a.

http://www.fkg.ch/fileadmin/template/main/images/download/instruction_manuals/fkg_race_instruction_manual_an.pdf, 2010b.

<http://www.micro-mega.com/anglais/produits/heroshaper/index.php>, 2011.

<http://www.micro-mega.com/anglais/produits/hero642/index.php>, 2011.

<http://www.micro-mega.com/anglais/produits/r-endo/images/rendolivret.pdf>, 2011.

<http://www.revo-s.com/anglais/revos.pdf>, 2011.

<http://www.sybronendo.com/index/sybronendo-shape-k3-02>, 2011.

<http://www.sybronendo.com/index/sybronendo-shape-quantec-system-02>, 2011.

<http://www.tfwithrphase.com/>, 2011.

<http://www.tulsadental.com/catalog/gtxmain.html>, 2011.

<http://www.tulsadental.com/lit2/pdfs/Vortex%20System%20DFU%204-14-10.pdf>, 2011.

http://www.vdw-dental.com/home_e/index.html, 2011.

http://www.vdw-dental.com/produkte_e/index.html, 2011.

<http://www.vdw- reciproc.de/>, 2011.

Hunter KR, Doblecki W, Pelleu GB Jr. Halothane and eucalyptol as alternatives to chloroform for softening gutta-percha. *J Endod.* 1991 Jul;17(7): 310-1.

Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J.* 2004 Jul;37(7): 468-76.

Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endod.* 1999 Sep;25(9): 599-602.

Hülsmann M, Gressmann G, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and HERO 642 rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J.* 2003 May;36(5): 358-66.

Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means *Endodontics Topics*, 2005;10: 30-76.

Hülsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J.* 1997 Jul;30(4): 227-33.

Imura N, Kato AS, 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 Jul;33(4): 361-6.

Imura N, Zuolo ML, Ferreira MO, Novo NF. Effectiveness of the Canal Finder and hand instrumentation in removal of gutta-percha root fillings during root canal retreatment. *Int Endod J.* 1996 Nov;29(6): 382-6.

Ingle JI, Bakland LK. *Endodontics*, Fourth Ed., Williams & Wilkins, Malvern, USA; 1994; 775.

International Agency for Research of Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans 1987; 7: 152.

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 Nov;34(11): 1406-9.

- Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Haznedaroğlu F, Tanalp J, Bayirli G. Comparative evaluation of the preparation efficacies of HERO Shaper and Nitiflex root canal instruments in curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005 Nov;100(5): 636-42.
- Karabucak B, Gatan AJ, Hsiao C, Iqbal MK. A comparison of apical transportation and length control between EndoSequence and Guidance rotary instruments. *J Endod.* 2010 Jan;36(1): 123-5.
- Keçeci AD, Üreyen BK, Ünal GÇ. Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında kullanılan farklı tekniklerin etkinliklerinin karşılaştırılması GÜ Dişhek Fak Derg. 2006;23: 17-23.
- Kim HC, Yum J, Hur B, Cheung GS. Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files. *J Endod.* 2010 Jan;36(1): 147-52.
- Koch K, Brave D. The ultimate rotary file. *Oral Health.* 2002; March: 59-64.
- 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 Jan;39(1): 48-54.
- Kum KY, Spångberg L, Cha BY, Il-Young J, Msd, Seung-Jong L, Chan-Young L. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod.* 2000 Dec;26(12): 719-23.
- Küçükay ES, Küçükay I, Yılmaz B. Kök Kanalını Şekillendirme Yöntemleri, İkinci Baskı. Promat Matbaası, İstanbul. 2004; 16, 20-21, 88.
- Ladley RW, Campbell AD, Hicks ML, Li SH. Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. *J Endod* 1991; 17: 221-24.
- Lautenschlager EP, Monaghan P. Titanium and titanium alloys as dental materials. *Int Dent J.* 1993 Jun;43(3): 245-53.
- Lovdahl PE. Endodontic retreatment. *Dent Clin North Am.* 1992 Apr;36(2): 473-90.
- Lovdhal PE, Gutmann JL. Problems in nonsurgical root treatmet. *Problem Solving in Endodontics: Prevention, Identification and Management*, Third Ed, Mosby, 1997; 157.
- Madureira RG, Forner Navarro L, Llena MC, Costa M. Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Feb;109(2): 136-44.

- Malagino VA, Grande NM, Plotino G, Somma F. The Mtwo NiTi rotary system for root canal preparation. *Roots*, 2006; 3: 67-70.
- Mallet P J, Diemer F. An instrument innovating for primary endodontic treatment: the Revo-S sequence. *Smile Dental Journal*, 2009; 4: 24-6.
- Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Duran-Sindreu F, Bueno R, Roig M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *Int Endod J*. 2010 Nov;43(11): 1022-8.
- Masiero AV, Barletta FB. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J*. 2005 Jan;38(1): 2-7.
- Merrett SJ, Bryant ST, Dummer PM. Comparison of the shaping ability of RaCe and FlexMaster rotary nickel-titanium systems in simulated canals. *J Endod*. 2006 Oct;32(10): 960-2.
- 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*. 2010 Apr;36(4): 679-90.
- Nagy CD, Szabó J, Szabó J. A mathematically based classification of root canal curvatures on natural human teeth. *J Endod*. 1995 Nov;21(11): 557-60.
- Nair PN, Sjögren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod*. 1990 Dec;16(12): 580-8.
- Özçopur B, Arı H, Güneş B. Kök kanal tedavisinin yenilenmesinde dört tekniğin etkinliğinin karşılaştırılması. *SÜ Dişhek Fak Derg*. 2009;18: 122-7.
- Özsezer E. Tekrarlayan endodontik tedaviler. *GÜ Dişhek Fak Derg*. 2004;21: 217-222.
- Paik S, Sechrist C, Torabinejad M. Levels of evidence for the outcome of endodontic retreatment. *J Endod* 2004; 30: 745-50.
- Park H. A comparison of Greater Taper files, ProFiles, and stainless steel files to shape curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001 Jun;91(6): 715-8.
- Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J*. 2005 Jan;38(1): 8-16.

- Pasternak-Júnior B, Sousa-Neto MD, Silva RG. Canal transportation and centring ability of RaCe rotary instruments. *Int Endod J*. 2009 Jun;42(6): 499-506.
- Perez F, Schoumacher M, Peli JF. Shaping ability of two rotary instruments in simulated canals: stainless steel ENDOflash and nickel-titanium HERO Shaper. *Int Endod J*. 2005 Sep;38(9): 637-44.
- Peters OA. Accessing root canal systems: requirements and techniques. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2006 Jun;18(5): 277-9.
- Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. 2004 Aug;30(8): 559-67.
- Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod*. 2001 Jan;27(1): 1-6.
- Peters OA, Paqué F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review. *Quintessence Int*. 2010 Jun;41(6): 479-88.
- Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J*. 2003 Feb;36(2): 86-92.
- Pitt Ford, T.R., Rhodes, J.S. Pitt Ford, H.E. *Endodontics, Problem-Solving in Clinical Practice*, First Ed. Martin Dunitz, London. 2002; 79-81, 92, 96.
- Rangel S, Cremonese R, Bryant S, Dummer P. Shaping ability of RaCe rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *J Endod*. 2005 Jun;31(6): 460-3.
- Revathi M, Rao CVN, Lakshminarayanan L. Revolutions in Endodontic instrumentations – A review. *Endodontology* 2001 13: 43-50.
- Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. *Int Endod J*. 2000 May;33(3): 279-85.
- Roberts S, Kim JR, Gu LS, Kim YK, Mitchell QM, Pashley DH, Tay FR. The efficacy of different sealer removal protocols on bonding of self-etching adhesives to AH plus-contaminated dentin. *J Endod*. 2009 Apr;35(4):563-7.
- Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod*. 1980 Jan;6(1): 421-4.

- Roggendorf MJ, Legner M, Ebert J, Fillery E, Frankenberger R, Friedman S. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J.* 2010 Mar;43(3): 200-9.
- Ruddle CJ. Micro-endodontic nonsurgical retreatment. *Dent Clin North Am.* 1997 Jul;41(3): 429-54.
- Ruddle CJ. The ProTaper technique, *Endodontics Topics*, 2005;10: 187-190.
- 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 Jan;33(1): 38-41.
- Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of ProFile .04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod.* 2000 Feb;26(2): 100-4.
- Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol.* 1994 Jun;10(3): 105-8.
- Serene TP, Adams ID, Saxena A. Nickel-titanium instruments. Applications in endodontics. St. Louis: Ishiyaku EuroAmerica Inc, 1995.
- Schäfer E. Root canal instruments for manual use: a review. *Endod Dent Traumatol.* 1997 Apr;13(2): 51-64.
- Schäfer E. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments and stainless steel hand K-Flexofiles in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 92: 215-20.
- Schäfer E, Dzepina A, Dent CM, Danesh G. Bending properties of rotary nickeltitanium instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96: 757-63.
- Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2006a Mar;39(3): 196-202.
- Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2006b Mar;39(3): 203-12.
- Schäfer E, Tepel J. Cutting efficiency of Hedstrom, S and U files made of various alloys in filing motion. *Int Endod J.* 1996 Sep;29(5):302-8

- Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2004 Apr;37(4): 229-38.
- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974 Apr;18(2): 269-96.
- Schirrmeister JF, Hermanns P, Meyer KM, Goetz F, Hellwig E. Detectability of residual Epiphany and gutta-percha after root canal retreatment using a dental operating microscope and radiographs--an ex vivo study. *Int Endod J.* 2006a Jul;39(7): 558-65.
- Schirrmeister JF, Strohl C, Altenburger MJ, Wrbas KT, Hellwig E. Shaping ability and safety of five different rotary nickel-titanium instruments compared with stainless steel hand instrumentation in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006b Jun;101(6): 807-13.
- Schirrmeister JF, Wrbas KT, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E. Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. *J Endod.* 2006c May;32(5): 469-72.
- Schirrmeister JF, Wrbas KT, 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.* 2006d Apr;101(4): 542-7.
- Serota KS, Nahmias Y, Barnett F, Brock M, Senia ES. Predictable endodontic success. The apical control zone. *Dent Today.* 2003 May;22(5): 90-7.
- Smith RB, Edmunds DH. Comparison of two endodontic handpieces during the preparation of simulated root canals. *Int Endod J.* 1997 Nov;30(6): 369-80.
- Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod.* 2008 Apr;34(4): 466-9.
- Sonntag D, Ott M, Kook K, Stachniss V. Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. *Aust Endod J.* 2007 Aug;33(2): 73-81.
- Spangberg L. Instruments, materials, and devices. In: Cohen S, Burns RC, *Pathways of the Pulp*, 8th Ed., Mosby, USA, 2002; 534-535.
- Só MV, Saran C, Magro ML, Vier-Pelisser FV, Munhoz M. Efficacy of ProTaper retreatment system in root canals filled with gutta-percha and two endodontic sealers. *J Endod.* 2008 Oct;34(10): 1223-5.

- Stoeckel D, Yu W. Super elastic NiTi Wire. *Wire Journal International*. 1991 March: 45-50.
- Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J Endod*. 1988 Dec;14(12): 607-14.
- Stabholz A, Friedman S, Tamse A. Endodontic failures and re-treatment. In: Cohen S, Burns RC. *Pathways of the pulp*. Sixth Ed, St Louis, Mosby, USA, 1994; 690-727.
- Takahashi CM, Cunha RS, de Martin AS, Fontana CE, Silveira CF, da Silveira Bueno CE. In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *J Endod*. 2009 Nov;35(11): 1580-3.
- Tamse A, Unger U, Metzger Z, Rosenberg M. Gutta-percha solvents--a comparative study. *J Endod*. 1986 Aug;12(8): 337-9.
- Taşdemir T, Aydemir H, Inan U, Unal O. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. *Int Endod J*. 2005 Jun;38(6): 402-8.
- 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 Mar;41(3): 191-6.
- Taşdemir T, Yildirim T, Celik D. Comparative study of removal of current endodontic fillings. *J Endod*. 2008b Mar;34(3): 326-9.
- Tepel J, Schäfer E. Endodontic hand instruments: cutting efficiency, instrumentation of curved canals, bending and torsional properties. *Endod Dent Traumatol*. 1997 Oct;13(5): 201-10.
- Tepel J, Schäfer E, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 3. resistance to bending and fracture. *J Endod* 1997;23: 141-6.
- Thomas RP, Moule AJ, Bryant R. Root canal morphology of maxillary permanent first molar teeth at various ages. *Int Endod J*. 1993 Sep;26(5): 257-67.
- Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J*. 2000 Jul;33(4): 297-310.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J*. 2000a May;33(3): 248-54.

- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J.* 2000b May;33(3): 255-61.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *J Endod.* 1997a Nov;23(11): 698-702.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *J Endod.* 1997b Dec;23(12): 742-7.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of NT Engine and McXim rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J.* 1997c Jul;30(4): 262-9.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J.* 1997d Jan;30(1): 1-7.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J.* 1998a Jul;31(4): 259-67.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J.* 1998b Jul;31(4): 268-74.
- Tulsa Dental Products. ProFile manufacturer's instructions for use. ProFile .04 Taper Series 29 Rotary Instruments. Tulsa, Tulsa Dental Products. 1994; 2.
- Turpin YL, Chagneau F, Vulcain JM. Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. *J Endod* 2000;26: 414-7.
- Uyanık MÖ. Farklı dönen nikel titanium eğelerin temizleme ve şekillendirme özelliklerinin in vitro olarak incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2005; 5,11.
- Ünal GC, Kaya BU, Taç AG, Keçeci AD. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *I Endod J* 2009;42: 344-50.
- Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984 Nov;58(5): 589-99.
- Vulcain JM, Calas P. The three wave concept of Hero 642. *Endod Prac.* 1999 Apr;2(2): 20-4, 26, 28-31.

- Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988 Jul;14(7): 346-51.
- Walton RE, Torabinejad M. Principles and Practice of Endodontics. Third Ed., W.B. Saunders comp, USA, 2002; 210, 347.
- Weine FS. Endodontic Therapy. Third Ed, The Mosby Co, St. Louise, 1982; 293-311.
- Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975 Aug;1(8): 255-62.
- Wennberg A, Orstavik D. Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. *Endod Dent Traumatol.* 1989 Oct;5(5): 234-7.
- West J. Progressive taper technology: rationale and clinical technique for the new ProTaper universal system. *Dent Today.* 2006 Dec;25(12): 64, 66-9.
- West JD, Roane JB, Goerig AC. Cleaning and Shaping the Root Canal System. In: Cohen S, Burns RC Pathways of the Pulp, Seventh edition, Ed(s), G.ed, Mosby, St. Louis, Missouri, 1994; 179-218.
- Wilcox LR. Endodontic retreatment with halothane versus chloroform solvent. *J Endod.* 1995 Jun;21(6): 305-7.
- Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *J Endod.* 1987 Sep;13(9): 453-7.
- Willershausen B, Tekyatan H, Kasaj A, Marroquín BB. Roentgenographic in vitro investigation of frequency and location of curvatures in human maxillary premolars. *J Endod.* 2006 Apr;32(4): 307-11.
- Wolcott JF, Himel VT, Hicks ML. Thermafil retreatment using a new "System B" technique or a solvent *J Endod.* 1999 Nov;25(11): 761-4.
- Wu MK, Fan B, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endod.* 2000 Apr;26(4): 210-6.
- Wu MK, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995 Apr;79(4): 492-6.
- Yang GB, Zhou XD, Zhang H, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. *Int Endod J.* 2006 Oct;39(10): 791-9.

- Yang GB, Zhou XD, Zheng YL, Zhang H, Shu Y, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2007 Sep;40(9): 707-14.
- Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2005 May;31(5): 373-5.
- Younis O. The effects of sterilization techniques on the properties of intracanal instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1977 Jan;43(1): 130-4.
- Yun HH, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003 Feb;95(2): 228-33.
- Yücel AÇ, Özsezer E. Endodontide kullanılan NiTi sistemler. *Dişhekimliği Dergisi,* 2007;74: 36-48.
- Zmener O, Balbachan L. Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals. *Endod Dent Traumatol.* 1995 Jun;11(3): 121-3.
- Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. Retreatment efficacy of hand versus automated instrumentation in oval-shaped root canals: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2006 Jul;39(7): 521-6.
- Zuckerman O, Katz A, Pilo R, Tamse A, Fuss Z. Residual dentin thickness in mesial roots of mandibular molars prepared with Lightspeed rotary instruments and Gates-Glidden reamers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003 Sep;96(3): 351-5.
- Zuolo ML, Imura N, Ferreira MO. Endodontic retreatment of Thermafil or lateral condensation obturations in post space prepared teeth. *J Endod* 1994; 20: 9-12.
- Zuolo ML, Walton RE, Imura N. Histologic evaluation of three endodontic instrument/preparation techniques. *Endod Dent Traumatol.* 1992 Jun;8(3): 125-9.

ÖZGEÇMİŞ

22/10/1982'de Bayburt'ta doğdum. İlkokulu Samsun 23 Nisan İlkokulu'nda okudum ve 1991 yılında mezun oldum. Ortaokulu Samsun Anadolu İmam Hatip Lisesi'nde, liseyi Samsun 19 Mayıs Lisesi'nde okudum ve 2000 yılında mezun oldum.

2000 yılında girdiğim üniversite sınavında, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesini kazandım ve 2005 yılında mezun oldum.

2005-2006 yıllarında askerlik hizmetimi yaptım.

2006 yılında Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladım. 2007 yılında, araştırma görevlisi kadrosuna atandım. 2008 yılında doktora yeterlilik sınavında başarılı oldum. 2011 yılında Amasya Gümüşhacıköy Devlet Hastanesine atandım ve halen burada görev yapmaktayım.

Evli ve bir çocuk babasıyım. Yabancı dilim İngilizcedir.