



T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

KÖK KANAL PREPARASYONUNDA KULLANILAN
PROTAPER UNIVERSAL, PROTAPER NEXT VE RECIPROC
DÖNER EĞE SİSTEMLERİNİN DENTİN ÜZERİNDE
OLUŞTURDUĞU MİKRO ÇATLAKLARIN
DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dt. Meltem DEVECİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Sadullah KAYA

DİYARBAKIR

2017



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

**KÖK KANAL PREPARASYONUNDA KULLANILAN PROTAPER
UNIVERSAL, PROTAPER NEXT VE RECIPROC DÖNER EĞE
SİSTEMLERİNİN DENTİN ÜZERİNDE OLUŞTURDUĞU MİKRO
ÇATLAKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Meltem DEVECİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Sadullah KAYA

DIYARBAKIR

2017

**Bu tez Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğünce desteklenmiştir.**

Proje No: DİŞ.16.010



T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
DEKANLIK

" Kök Kanal Preparasyonunda Kullanılan Protaper Universal, Protaper Next Ve Reciproc Döner Eğe Sistemlerinin Dentin Üzerinde Oluşturduğu Mikro Çatlakların Değerlendirilmesi "

Yukarıda Belirtilen Uzmanlık Tezi 14.04.2017 Tarihinde Değerlendirilerek Başarılı / Başarısız Bulunmuştur.

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Sadullah KAYA
Tezi Teslim Eden : Dt. Meltem DEVECİ

JÜRİ ÜYESİNİN

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan : Doç. Dr. Meltem SİMSEK

Üye : Doç. Dr. Sadullah KAYA

Üye : Doç. Dr. Ayhan ADISÖZ

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

19 / 04 / 2017

Prof. Dr. Remzi NİĞİZ
Dicle Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Dekan V.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesiyle bana destek olan ve tez çalışması süresince her konuda yardımcı olan danışmanım Doç. Dr. Sadullah KAYA'ya,

Eğitimim süresince emeği geçen Doç. Dr. Özkan ADIGÜZEL'e,

Uzmanlık eğitimim süresinde arkadaşlığıyla hep yanımda olan, bilgi ve becerisiyle bana yön gösteren ve tez yazımı boyunca çok emeği geçen Uzm. Dt. Seda FALAKALOĞLU'na,

Hayatım boyunca bana yol gösterici olan ve tezimin düzenlenmesinde yardımları olan Prof. Dr. Maruf ŞANLI'ya,

Tezin istatistik çalışmalarında emeği geçen Prof. Dr. Zeki AKKUŞ'a,

Tezin yapılabilmesi için proje desteğinde bulunan Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne,

Beni yetiştirip bugünlere gelmemde çok büyük emekleri olan aileme, her zaman desteğiyle yanımda olan ve yakın zamanda eşim olacak olan Süleyman TAÇ'a,

Bölümdeki tüm çalışma arkadaşlarıma

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
SEMBOLLER/ KISALTMALAR	iv
RESİMLER DİZİNİ	v
TABLolar VE GRAFİKLER DİZİNİ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Dentin Dokusunun Yapısı	3
2.2. Kanal Tedavisi Aşamalarının Dentin Üzerindeki Etkisi	6
2.2.1. Diş Yapısında Meydana Gelen Madde Kaybının Dentin Üzerindeki Etkisi	6
2.2.2. Nem Kaybının Dentin Üzerindeki Etkisi	6
2.2.3. Kök Kanal Preparasyonunun Dentin Üzerindeki Etkisi.....	7
2.2.4. İrrigasyon Ajanlarının Kullanımının Dentin Üzerindeki Etkisi	8
2.2.5. Kök Kanal Dolgusunun Dentin Üzerindeki Etkisi.....	9
2.3. Kök Kanal Şekillendirme Yöntemleri.....	9
2.3.1. Step-Back Yöntemi	10
2.3.2. Crown-Down Yöntemi.....	12
2.3.3. Balanced-Force (Dengeli Kuvvet) Yöntemi	14
2.4. Kök Kanal Şekillendirilmesinde Kullanılan Enstrümanlar	14
2.4.1. El ile Kullanılan Enstrümanlar	14
2.4.2. Düşük Hızda Kullanılan Enstrümanlar	16
2.4.3. Kanal Eğesinin Bölümleri	16
2.4.4. Nikel Titanyum Döner Eğeler.....	19
2.4.4.1. Tarihçe	19

2.4.4.2 Nikel Titanyum Döner Eğelerin Özellikleri.....	19
2.5. Çalışmamızda Kullanılan Ni-Ti Döner Eğe Sistemleri.....	21
2.5.1. ProTaper Universal	21
2.5.2. Reciproc	25
2.5.3. ProTaper Next.....	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM	32
3.1. Örneklerin seçimi ve çalışma için dişlerin hazırlanması	32
3.2. Çalışma Gruplarının Oluşturulması	33
3.3. Şekillendirme Prosedürü.....	34
3.4. Örneklerden Kesit Alınması (n=100)	38
3.5. Örneklerin İncelenmesi	39
3.6. İstatistiksel Analiz.....	40
4. BULGULAR	42
4.1. Stereomikroskop Bulguları	42
4.1.1. Kesit Seviyesine Göre Bulgular	42
4.1.1.1. Apikal Üçlü (3 mm) Seviyesindeki Bulgular.....	42
4.1.1.2. Orta Üçlü (6mm) Seviyesindeki Bulgular	45
4.1.1.3. Koronal Üçlü (9 mm) Seviyesindeki Bulgular	48
4.1.2. Kesit Seviyeleri Göz Önüne Alınmadan Tüm Grupların Mikro Çatlak Varlığı Açısından Değerlendirilmesi	50
4.1.3. Gruplar Gözardı Edilerek Tüm Kesit Seviyelerinin Değerlendirilmesi .	52
5. TARTIŞMA	53
6. SONUÇLAR	63
KAYNAKLAR	64
EKLER.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	77

SEMBOLLER/ KISALTMALAR

°: Derece

Å: Angstrom

ark.: Arkadaşları

CHX: Klorheksidin glukonat

EDTA: Etilendiamin tetraasetik asit

GPa: Gigapaskal

ISO: Uluslararası Standartlık Örgütü (International Organization for Standardization)

MAF: Ana apikal eğe (Master apical file)

mm: Milimetre

mm²: Milimetre kare

NaOCl: Sodyum hipoklorit

Ncm: Newton santimetre

Ni-Ti: Nikel-Titanyum

p: İstatistiksel anlamlılık

pH: Hidrojenin gücü (Power of Hydrogen)

rpm: Dakikadaki tur sayısı (Revolutions per minute)

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

vb.: Ve benzeri

%: Yüzde

RESİMLER DİZİNİ

Resim-1: K tipi eğe, reamer ve Hedström eğelerinin üretilmesi (60).....	15
Resim-2: Eğenin taperı (73).....	17
Resim-3: Kesme (rake) açıları (75)	18
Resim-4: ProTaper Universal döner eğe sistemi (84).....	21
Resim-5: ProTaper Universal döner eğe sisteminin çapraz kesiti (87)	22
Resim-6: Şekillendirme (S) ve bitirme eğelerinin (F) artan ve azalan taperları.....	24
Resim-7: Reciproc döner eğe sisteminin çapraz kesiti (94)	26
Resim-8: ProTaper Next döner eğe sisteminin çapraz kesiti (98)	28
Resim-9: ProTaper Next döner eğe sistemi (103)	29
Resim-10: Otopolimerizan tamir akriliğine gömülen örneklerin üstten görüntüsü.....	33
Resim-11: Çalışmada ProTaper Universal, ProTaper Next, Reciproc sistemleri ile preprasyon yapılması için kullanılan endodontik motor	35
Resim-12: Çalışmada kullanılan ProTaper Universal sistemi	36
Resim-13: Çalışmada kullanılan ProTaper Next sistemi.....	37
Resim-14: Çalışmada kullanılan Reciproc sistemi	37
Resim-15: Çalışmada kullanılan Minitom Hassas Kesme Cihazı	38
Resim-16: 3, 6, 9 mm'lerden alınan kesitlerin görüntüsü (K: Kontrol, El: El Eğesi, PTU: ProTaper Universal, PTN: ProTaper Next, REC: Reciproc).....	39
Resim-17: Çalışmada kullanılan stereomikroskop	40
Resim-18: Kontrol grubunun apikal seviyesine ait mikro çatlağın bulunmadığı görüntü (x40 büyütme).....	44
Resim-19: El eğesiyle genişletme yapılan grubun apikal seviyesine ait mikro çatlağın bulunmadığı görüntü (x40 büyütme)	44
Resim-20: ProTaper Universal ile genişletme yapılan grubun apikal seviyesine ait tamamlanmamış mikro çatlak görüntüsü (x40 büyütme).....	45
Resim-21: ProTaper Universal ile genişletme yapılan grubun orta üçlü seviyesine ait tamamlanmamış mikro çatlak görüntüsü (x40 büyütme)	46
Resim-22: Reciproc ile genişletme yapılan grubun orta üçlü seviyesine ait tamamlanmamış mikro çatlak görüntüsü (x40 büyütme).....	47

Resim-23: ProTaper Next ile genişletme yapılan grubun orta üçlü seviyesine ait tamamlanmamış mikro çatlak görüntüsü (x40 büyütme).....	47
Resim-24: Reciproc ile genişletme yapılan grubun koronal üçlü seviyesine ait vertikal kök fraktürü görüntüsü (x40 büyütme)	49
Resim-25: ProTaper Universal ile genişletme yapılan grubun koronal üçlü seviyesine ait vertikal kök fraktürü görüntüsü (x40 büyütme).....	49
Resim-26: ProTaper Next ile genişletme yapılan grubun koronal üçlü seviyesine ait tamamlanmamış mikro çatlak görüntüsü (x40 büyütme)	50



TABLÖLAR VE GRAFİKLER DİZİNİ

TABLÖLAR

Tablo-1: Apikal, orta, koronal üçlüdeki defekt varlığının gruplara göre değerlendirilmesi..... 42

Tablo-2: Kesit seviyeleri gözönüne alınmadan gruplarda meydana gelen mikro çatlak varlığı/yokluğu..... 51

GRAFİKLER

Grafik-1: Apikal üçlü seviyesindeki veriler..... 43

Grafik-2: Orta üçlü seviyesindeki veriler..... 46

Grafik-3: Koronal üçlü seviyesindeki veriler..... 48

ÖZET

Kök Kanal Preparasyonunda Kullanılan ProTaper Universal, ProTaper Next Ve Reciproc Döner Eğe Sistemlerinin Dentin Üzerinde Oluşturduğu Mikro Çatlakların Değerlendirilmesi

Kök kanal preparasyonu sırasında kanalların hazırlanması, kök kanal tedavisinin başarısında en önemli basamaklardan biridir ve daha sonraki tüm prosedürlerin etkinliğinde önemli rol oynar. Bununla birlikte, kök kanallarının hazırlanmasındaki aşamalar kök dentininde fraktür ve çatlğa neden olabilecek zararlar verebilirler. Farklı firmalar tarafından Nikel-Titanyum (Ni-Ti) esaslı döner aletler üretilmiştir. Birçok klinisyen, zaman tasarrufu ve kesme etkinliği gibi avantajları nedeniyle bu aletleri tercih etmektedir. Bu çalışmada ProTaper Universal, ProTaper Next ve Reciproc Ni-Ti döner eğe sistemlerinin kök kanal şekillendirmesi esnasında dentin üzerinde mikro çatlak oluşturmaları açısından karşılaştırılması hedeflenmiştir.

Çalışmamızda 100 adet alt anterior diş kullanıldı. 20 diş, üzerinde hiçbir işlem uygulanmadan negatif kontrol grubu olarak ayrıldı. Gruplardaki dişlerin kronları uzaklaştırılarak boyları 13 mm'ye eşitlendi. 80 diş, genişletme ve şekillendirme işlemleri sırasında, periodontal ligamenti taklit etmek amacıyla, otopolimerizan tamir akriliği kullanılarak dental enjektörden hazırlanan bir kalıp içerisine gömüldü. Her biri 20 dişten oluşan 5 grup oluşturuldu. Birinci grup kontrol grubunun üzerinde herhangi bir işlem uygulanmadı. İkinci grup K tipi eğe kullanılarak apikal çapı 25 numara olacak şekilde step-back yöntemi ile preparasyon yapıldı. Üçüncü grup ProTaper Universal eğe sistemi kullanılarak, 4. grup Protaper Next eğe sistemi kullanılarak, 5. grup Reciproc eğe sistemi kullanılarak şekillendirildi. Daha sonra örneklerden 3, 6, 9 mm seviyelerinden Minitom Hassas Kesme Cihazı ile kesitler alındı. Elde edilen örnekler stereomikroskop altında x40 büyütmede dentinde mikro çatlak varlığı açısından incelendi. Skorum sistemi mikro çatlak yok, tamamlanmamış mikro çatlak, vertikal kök kırığı şeklinde belirlendi. Elde edilen sonuçlar, istatistiksel açıdan değerlendirildi.

Kontrol grubu ve el eğesinin kullanıldığı grupta mikro çatlak oluşumuna rastlanmadı. Ki-kare analizine göre döner eğelerin kullanımı sonucunda mikro çatlak

oluşumu istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Kesit seviyeleri gözardı edildiğinde sırasıyla en fazla mikro çatlak oluşumu ProTaper Universal (%20), daha sonra Reciproc (%11,7), en az mikro çatlak oluşumu ise Protaper Next (%6,7) eğelerinin kullanıldığı grupta bulundu. Fakat bu gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). Gruplar gözardı edilerek kesit seviyeleri incelendiğinde, en fazla mikro çatlak oluşumu 9 mm’de (%11), daha sonra 6 mm’de (%7), en az mikro çatlak oluşumu ise 3 mm’de (%5) gözlemlendi. Dokuz mm kesit seviyesindeki mikro çatlak varlığı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,033$). Ki-kare testine göre 3, 6, 9 mm kesit seviyelerinin arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). ProTaper Universal ve Reciproc eğelerinin kullanıldığı gruplarda 9 mm’lik kesitlerde 1’er adet vertikal kök fraktürü tespit edildi.

In-vitro çalışmaların sınırlamaları göz önünde bulundurularak, çalışmamızda kullanılan döner ege sistemlerinin hepsinin kök dentininde mikro çatlak oluşumuna neden olduğu sonucuna ulaşıldı. ProTaper Next ve Reciproc’a göre ProTaper Universal ege sisteminin kök dentininde daha fazla mikro çatlak oluşturduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Mikro çatlak, ProTaper Universal, Reciproc, ProTaper Next

ABSTRACT

Evaluation Of Microcracks On Dentin That Created With ProTaper Universal, ProTaper Next And Reciproc Rotary File Systems Used In Root Canal Preparations

The preparation of ducts during root canal preparation is one of the most important steps in the success of root canal treatment and plays an important role in the effectiveness of all subsequent procedures. However, the steps in the preparation of the root canals can cause damage on root dentin as crack and fracture. Nickel-Titanium (Ni-Ti) based rotary tools were produced by different companies. Many clinicians prefer these instruments because of the benefits regarding their time saving and cutting efficiency. In this study, it was aimed to compare the effectiveness of ProTaper Universal, ProTaper Next and Reciproc Ni-Ti rotary file systems of creating microcracks on dentin during root canal shaping.

In our study, 100 lower anterior teeth were used. 20 teeth were separated as negative control group without any intervention. The crowns of the teeth in the groups were stretched out for equalize to 13 mm. During tooth expansion and forming operations, 80 were embedded into a mold prepared from a dental syringe by using autopolymerizing repair acrylic to mimic the periodontal ligament. Five groups were formed each consists 20 teeth. No procedure was performed on group 1 (control group). In group 2, preparation was made with step-back technic by using K-type file to have an apical diameter of 25 size. The 3rd group was formed by using the ProTaper Universal file system, Protaper Next file system was used for the 4th group, and Reciproc file system was used for the 5th group. Then, sections were taken from the samples with Minitom Precision Cutting Device of 3, 6, 9 mm levels. The obtained samples were examined under the stereomicroscope for the presence of microcracks in the dentin under x40 magnification. Triple scoring was performed as no microcrack, incomplete microcrack, and vertical root fracture. The results were evaluated statistically.

No microcracks was observed in the control group and hand-training group. According to chi-square analysis, microcrack formation was found statistically

significant as a result of using rotating files ($p < 0,05$). When the cross-sectional levels were ignored, microcrack occurred the most in the ProTaper Universal group (20%), in Reciproc group (11,7%) and in ProTaper Next group the least (6,7%). However, the difference between these groups was not statistically significant ($p > 0,05$). When examining sectional levels with the groups were ignored, microcrack occurred the most in the cross-sectional level in 9 mm (11%), in 6 mm (7%), in 3 mm the least (5%). The presence of microcracks at 9 mm slice level was statistically significant ($p = 0,033$). According to chi-square test, the difference between 3, 6, and 9 mm cross-sectional levels was not statistically significant ($p > 0,05$). In the groups ProTaper Universal and Reciproc files were used, 1 vertical root fracture was found in 9 mm sections for each.

Taking into account the limitations of in-vitro studies, we concluded that all of the rotary file systems used in our study caused microcracks in the root dentin. According to ProTaper Next and Reciproc, it was found that the ProTaper Universal file system produced more microcracks in the root dentin.

Keywords: Microcrack, ProTaper Universal, Reciproc, ProTaper Next

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisi, kron ve kök pulpasının tamamen çıkarılması, kanalların anatomik formuna uygun biyomekanik olarak şekillendirilmesi, mikroorganizmalardan arındırılması ve sızdırmaz bir şekilde doldurulmasını kapsar. Kök kanalında yapılan preparasyon işlemi, kanal tedavisinin başarısını etkileyen en önemli aşamalardan bir tanesidir. Şekillendirme işlemleri esnasında perforasyon, basamak oluşumu, transportasyon, çatlak ve vertikal kök kırığı gibi dişin çekilmesi ile sonuçlanabilecek komplikasyonlarla karşı karşıya gelinebilir (1).

Kök dentininde meydana gelen mikro çatlaklar tanı ve tedavisi zor olan klinik problemlerden bir tanesidir ve yaygın olarak diş çekimine sebep olan nedenler arasındadır (2). Mikro çatlak oluşumu, genellikle ani bir olaydan ziyade kök yapısının aşamalı olarak zayıfladığı uzun bir süreci kapsar (3). Kök kanal tedavisi sırasında dentinde meydana gelen mikro çatlaklar birçok faktöre bağlı olabilir (4). Endodontik tedavi görmüş bir dişte dentin elastisitesi azalır ve dehidratasyon meydana gelir (2). Pulpası çıkarılmış dişlerde %9 oranında su kaybı olmasına karşın bu durum vertikal kök fraktürü oluşmasında baskın faktör olarak görülmez (5). Preparasyon esnasında kullanılan yüksek konsantrasyonlu yıkama ajanları, kök kanal dolum tekniklerinden biri olan lateral kondensasyon tekniği esnasında spreader kullanımı, kanal yenileme işlemleri dentinde zayıflamaya ve mikro çatlak oluşmasına neden olabilir. Kanal tedavisi tamamlandıktan sonra çiğneme kaslarının diş üzerinde oluşturduğu fonksiyonel kuvvetler dahi mikro çatlak oluşumuna sebebiyet verebilirler (6, 7). Bunun yanında kök kanal morfolojilerinin de mikro çatlak oluşumu ile bağlantısı vardır. Özellikle alt keser dişler oval şekilli kök yapısına sahiptir ve meziodistal yönde dentin duvarları incedir. Bu durum preparasyon sonrasında dişlerin mikro çatlak oluşumuna yatkınlığını artırır (8).

Son dönemlerde kök kanal tedavisi görmüş dişlerde vertikal kırık veya mikro çatlak oluşma oranının artmasının nedeni olarak dişhekimlerinin yaygın şekilde kullandıkları Ni-Ti döner eğe sistemleri gösterilmektedir (9). Kanal preparasyonunda kullanılan döner eğe sistemleri, kök kanallarına rotasyonel kuvvet uygular. Bu durum dentinde mikro çatlak veya vertikal kök fraktürü oluşumuna neden olabilmektedir. Farklı kök kanal eğelerinin kullanımındaki preparasyon teknikleri, koniklik açıları,

aletin bıçak dizaynı ve uç konfigürasyonu, farklı hareket kinematikleri (rotasyon, resiprokasyon, adaptif hareket vb.) dentinde defekt oluşmasına neden olabilirler (10).

Günümüzde kök kanal tedavisinde başarıyı arttırmak amacıyla geliştirilen Ni-Ti döner ege sistemleri, el eğerlerine göre zamandan tasarruf sağlaması ve daha iyi bir şekillendirme yapılmasına olanak vermesi sebebiyle endodonti pratiğinin vazgeçilmezleri arasına girmiştir (11). Ni-Ti döner eğerler ile yapılan şekillendirme sırasında dar ve yuvarlak kanallarda daha etkin bir şekillendirme işlemi yapılırken, oval kanallarda kök dentin dokusunda ulaşılamayan alanlar kalır (12). Bunun yanında %2 konikliğe sahip olan el eğerlerine kıyasla daha geniş taper açısına sahip oldukları için artan sürtünme ve gerilme kuvveti nedeniyle dentinde daha çok mikro çatlak meydana getirebilirler (13).

Ni-Ti döner eğerleri yaygın olarak iki farklı hareket ile kullanılır. Bunlardan birincisi sürekli rotasyon iken diğeri resiprokasyon hareketidir. Rotasyon hareketinde preparasyon esnasında meydana gelen torsiyon ve esnemeler alet kırığına neden olabilir. Bu durumdan kaçınmak amacıyla resiprokasyon yapan sistemlere olan eğilim artmıştır (14). Bu hareketin, gerilim ve sıkışmanın neden olduğu döngüsel yorgunluk riskini azalttığı kabul edilmektedir (15, 16).

Bu tez çalışmasında döner ege sistemi olarak, sürekli rotasyon hareketi yapan ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ve resiprokasyon hareketi yapan Reciproc (VDW, Münih, Almanya) kullanılmıştır. El ile yapılan genişletme sistemi olarak ise K tipi el egesi (Mani Inc., Tochigi-Ken, Japonya) tercih edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, alt keser dişlerde kök kanal tedavisi sırasında kullanılan ProTaper Universal, ProTaper Next ve Reciproc döner ege sistemleri ve el egesinin kök dentininde meydana getirdiği mikro çatlak oluşumunun, farklı kök kanal kesiti seviyelerinde karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

Endodonsiyum, pulpa dokusu ve onu çevreleyen dentin dokusunu kapsayan üç boyutlu bir sistemdir. Çok sayıda lateral kanalları ve dallanmaları olan, oldukça düzensiz bir yapıya sahip pulpa dokusu dentin tübülleri aracılığı ile dentin-sement birleşimine dek uzanır (17).

Pulpa, etrafı mezenşimal kökenli odontoblast hücrelerinden meydana gelen dentin dokusu ile çevrelenmiş, damar ve sinirlerden oluşan yumuşak bir dokudur. Odontoblastlar ve dentinle olan bu yakın ilişkisinden kaynaklı dentin-pulpa kompleksi olarak da adlandırılmasının nedeni, histolojik olarak birbirinden farklı elementlerden oluşan fonksiyonel bir varlık olarak kabul edilmesidir. Başarılı bir kök kanal tedavisi yapabilmek için öncelikle dentin-pulpa kompleksinin yapısına ve kök kanal tedavisi süresince yapılan işlemlerin dentini nasıl etkilediği bilgisine hakim olmak gerekir (18).

2.1. Dentin Dokusunun Yapısı

Dişin en büyük hacime sahip olan dokusu, dentin dokusudur. Pulpa boşluğunu çevreleyen, koronalde mineye, kök kısmında sementte ulaşan, lokalizasyonuna göre yapısal özellikleri değişen avasküler, mineralize bir bağ dokusudur (19). Kompakt kemikten daha sert olan dentin, strüktür ve kimyasal yapı bakımından kemiği andırır. Minenin kırılgan yapısının aksine dentin, hafif deformasyonlara karşı koyabilir ve elastiktir. Dentinin sertliği Mohs sertlik skalasında 3-4 olmakla birlikte, mine-dentin sınırında bu değeri artmaktadır. Pulpaya yakın kısımlarda ise sertliği azalır. Dentin dokusu, odontoblast hücreleri tarafından yapılır. Dentin ağırlık olarak %70 mineral, %20 organik matriks, %10 su iken; hacim olarak ise %50 mineral, %30 organik madde, %20 sudan oluşur (20).

Dentin dokusu, organo-inorganik moleküllerden meydana gelmiştir. Dentinin organik kısmı %91-93 oranında Tip 1 kollajenden oluşur ve ana maddesi mukopolisakkarittir. Tip 1 kollajenler dentin tübüllerinin uzun eksenine dik olacak şekilde, periyodik olarak 640 Angstrom (Å) aralıklarla enine çizgilenmeler gösterirler. Bu durum organik matrikse kireçlenebilir özellik katar. Ayrıca organik

yapıda fosfoprotein, sialoprotein, osteopontin gibi kollajen olmayan proteinler de bulunur (21). Dentinin inorganik yapısının büyük bir kısmı hidroksiapatit kristallerinden oluşur. Bu hidroksiapatit kristallerinin boyları 200-1.000 Å, genişlikleri ise 30 Å'dur. Dentinde bulunan hidroksiapatit kristalleri minedekine oranla daha ufak boyutlardadır (22). Dentinin 6,7 olan yüksek pH'sının nedeni olarak hidroksiapatit kristallerinin boyutu gösterilmektedir. İnorganik yapı, içeriğinde daha az miktarda magnezyum, karbonat, potasyum, demir ve stronsiyum barındırır (23).

Dentin yapısal olarak; (24)

1. Dentin tübülleri,
2. Dentin tübüllerinin etrafını saran peritübüler dentin,
3. Tübüllerin arasında bulunan intertübüler dentin,
4. Dentin sıvısı

olmak üzere 4 kısımdan oluşur.

Dentin Tübülü: Pulpa boşluğundan başlayıp mine-dentin veya dentin- sement sınırına kadar ulaşan ve dentin hacminin %20-30'unu oluşturan dentin kanallarıdır. Dentin tübülleri yaşa ve lokalizasyonlarına göre sayı ve genişlik olarak değişiklikler gösterir. Dentin tübülü miktarı mine-dentin sınırında mm²'de 15.000-20.000 arasında iken, pulpaya bakan bölgelerde mm²'de 45.000-60.000 arasındadır. Dentin tübülleri pulpa sınırında, mine-dentin veya dentin-sement sınırındakine kıyasla daha geniş ve daha fazla sayıdadır (25). Bunun nedeni dentinin pulpaya bakan tarafındaki yüzey alanının, mine-dentin veya dentin-sement sınırına kıyasla daha az olmasıdır. Dentinin pulpal sınırında dentin tübüllerinin çapının artması, intertübüler dentin kalınlığının ve kollajen miktarının azalmasına neden olur. Dentinin mekanik özelliklerindeki farklılıklar tübüllerin çapına ve sayısına bağlı olabilir. Dentin sertliği ile tübül yoğunluğu birbiriyle ters orantılıdır. Buna göre tübül yoğunluğu arttıkça dentin sertliği azalırken, aynı şekilde tübül yoğunluğu azaldıkça dentinin sertliği artar (26). Bu yüzden mikrosertlik ve elastik modül değerleri dentin tübülüne paralel yapılan ölçümlerde daha yüksek çıkmıştır (27). Yine dentin tübüllerine paralel yönde gerilme kuvveti uygulandığında, dentinde daha düşük gerilme direnci olduğu bildirilmiştir (28).

İntertübüler Dentin: Dentinin esas kütlesini oluşturan intertübüler dentin, organik matriksi oluşturan kollajen ağın üzerine çökelmiş hidroksiapatit kristalleri tarafından oluşur. İntertübüler dentin mine-dentin sınırında %96'lık bir alanı kaplarken, pulpaya yaklaştıkça %12'ye düşer (29).

Peritübüler dentin: Dentin tübüllerinin etrafını çevreleyen, kollajenden fakir, hipermineralize olan alandır (30). Peritübüler dentin, intertübüler dentinden 5 kat daha sert olmakla birlikte dentin yüzeyinde tübül çapını büyük oranda daraltır. Peritübüler dentinin mineralizasyonunun daha fazla olması ve daha az kollajene sahip olması nedeniyle asit uygulamalarında intertübüler dentine göre daha kolay çözünür (31). Peritübüler dentinin elastiklik modülü 29,8 Gigapaskal (GPa) iken, intertübüler dentin pulpal duvarın olduğu tarafta 17,7 GPa, kök yüzeyine yakın tarafta 21,1 GPa olarak saptanmıştır. Dentin sertliğinin azalması, intertübüler dentinin sertliğindeki değişimler ve pulpanın geri çekildiği durumlar ile alakalıdır (32).

Dentin sıvısı: Dentin lenfi olarak da adlandırılan dentin sıvısı, dentin tübüllerinin içinde bulunur. Dentin sıvısının miktarı bulunduğu bölgeye göre farklılık gösterir. Dentin sıvısının %1'den az miktarı hidroksiapatit kristalleri ve kollajene bağlıdır. Dentinde dış yüzeyden pulpal duvara doğru ilerledikçe dentin tübüllerinin yoğunluğu arttığından dolayı sıvı oranı artmaktadır. Hacimsel olarak mine-dentin sınırındaki dentin sıvısının içeriği %1 civarında iken, pulpal duvar etrafında bu oran %22'lere çıkmaktadır. Bu sıvının kaynağı kılcal damarlardır (31, 33). Dentin tübüllerinin içerisindeki dentin sıvısının dışarıya çıkmasını koronalde mine, kökte sement engeller. Travma veya çürük sebebiyle dentin tübüllerinin açığa çıkması sonucunda dentin sıvısı dışarıya doğru hareket etmeye başlar. Bu hareket sinirlerin uyarılmasına sebep olur ve dentin hassasiyeti ortaya çıkar (34). Diş çürüğü nedeniyle bakteriler dentin sıvısının içerisine girebilir. Bunun sonucunda dentin sıvısı ile bakteriyel ürünler pulpaya taşınarak pulpada enflamasyona sebep olabilirler. Pulpanın enflamasyonu sonucunda pulpa içi basınç artar. Böyle bir durumda dentin sıvısı dışarıya doğru hareket eder. Bu hareketin pulpanın enflamasyonuna neden olan iritanların dışarıya atılmasına yardımcı olabileceği belirtilmiştir (35).

2.2. Kanal Tedavisi Aşamalarının Dentin Üzerindeki Etkisi

Kök kanal tedavisi sırasında dentin dokusunda meydana gelen tamamlanmış veya tamamlanmamış mikro çatlaklar, dişlerde vertikal kök kırığı oluşumuna neden olabilir. Bilindiği üzere vertikal kök kırıkları, dişlerin çekimine neden olmaktadır. Bu nedenle kanal tedavisi işlemi boyunca kullanılan irrigasyon ajanlarının, medikamentlerin ve preparasyon aşamasında kullanılan eğe tiplerinin, dentinin fiziksel yapısında meydana getirdiği değişiklikler hakkında bilgi sahibi olunması önemlidir.

2.2.1. Diş Yapısında Meydana Gelen Madde Kaybının Dentin Üzerindeki Etkisi

Kanal tedavisinin hazırlık aşaması olan giriş kavitesini açarken, pulpa tavanının kaldırılması ile birlikte koronal dentinin yapısal bütünlüğü bozulur. Bu durumun dişin üzerine gelen kuvvetlerden daha çok etkilenmesine ve daha çok esnemesine sebep olduğu düşüncesi hakimdir. Fakat Reeh. ve arkadaşlarının (ark.) yapmış oldukları çalışmada, endodontik tedavi amacıyla açılan giriş kavitesi ile çürük nedeniyle açılan MOD kavitenin, dişin dayanıklılığı üzerinde oluşturduğu değişimler karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak endodontik giriş kavitesinin, MOD kaviteye göre çok daha az oranda dayanıklılığı azalttığı sonucuna varmışlardır ve buldukları oranı istatistiksel olarak anlamlı kabul etmişlerdir (36).

2.2.2. Nem Kaybının Dentin Üzerindeki Etkisi

Gutmann koronal dentindeki nem oranının yaklaşık olarak %13,2 olduğunu bildirmiştir (37). Kök dentini, koronal dentine göre daha az dentin tübülüne sahiptir. Yine koronal dentine göre daha fazla intertübüler dentin içerir ve inorganik madde oranı daha fazladır. Dentinin bu doğal yapısından kaynaklı kök dentinindeki nem oranı daha azdır. Kök kanal tedavisi sonucunda meydana gelen nem kaybı geri dönüşümsüzdür. Kanal tedavisi uygulanmış dişlerde kollajene bağlı bulunan su oranının vital dişlere göre daha az olduğu bildirilmiştir (37, 38).

Kanal tedavisi sonucunda dişlerde meydana gelen nem kaybının, dişlerin kırılmaya karşı dirençlerini azalttığını savunan çalışmalar olduğu gibi; nemini

kaybeden ve kaybetmeyen dişler arasında yapılan fiziksel testlerde, sertlik ve kırılmaya karşı dayanıklılığında bir farklılık görülmeyen çalışmalar da mevcuttur (39, 40). Sedgly ve Messer yaptıkları çalışmada kök kanal tedavisi sonucunda dişlerde meydana gelen nem kaybının, önemsenecek kadar az olduğu sonucuna varmışlardır (41). Bunun yanında dentin dokusunun, üzerinde oluşan mikro çatlakların ilerlemesini önleyen bir mekanizmaya sahip olduğu ve oluşan mikro çatlakların nedeninin dentin yorgunluğu olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (42, 43).

2.2.3. Kök Kanal Preparasyonunun Dentin Üzerindeki Etkisi

Kök kanallarında bulunan aksesuar kanallar, isthmuslar, anastomozlar, apikal deltanın pozisyonu, kök kanallarının formu gibi etkenler enfekte pulpa artıklarının kanaldan uzaklaştırılmasını zorlaştırması nedeniyle kök kanal preparasyonundaki başarıyı olumsuz etkileyen etmenler arasındadır (44). Yassı formdaki kanalların preparasyonu, dezenfeksiyonu ve doldurulması oval ve yuvarlak formlu kanallara kıyasla daha zordur. Bu tip kanallarda ulaşılması güç alanlar vardır. Kök kanalının uzun çapına uygun olacak şekilde çevresel egeleme yapılmaya çalışıldığında ise kök kanalı zayıflar ve bu durum kök dentininde defekt oluşmasına zemin hazırlar (45).

Kök kanal tedavisi sırasında yapılan şekillendirme işlemi sonucunda, dişlerde biyomekanik ve biyokimyasal olarak irreversibl değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler, dişin kırılma dayanıklılığının artmasına neden olur (46). Yapılan çalışmalarda kanal tedavisi sonucunda dişlerde fiziksel değişikliklerin yanında madde kaybının da meydana geldiği bildirilmiştir (47).

El aletleri ile yapılan preparasyonlarda kanal duvarları üzerinde düzensizlikler meydana gelir (48, 49). Dişlerin üzerine gelen kuvvetler sonucunda dişte stres birikimi olur. Kanal tedavisi görmüş bir dişte stres birikimi, dentinde düzensiz alanların bulunduğu noktalarda katlanarak artar ve bu durumun sonucunda kökün kırılma direnci etkilenir. Ni-Ti döner eğeler ile şekillendirme yapılırken, kanal duvarı üzerindeki düzensizlikler yok edilir (50).

2.2.4. İrrigasyon Ajanlarının Kullanımının Dentin Üzerindeki Etkisi

Kök kanal tedavisinde preparasyon sırasında irrigasyon ajanlarından en sık kullanılan sodyum hipoklorit (NaOCl), endodontinin vazgeçilmezleri arasındadır. NaOCl, dentinin fiziksel ve kimyasal yapısına etki ederek, vital ve nekrotik dokuları çözer ve antibakteriyel etkinliğe de sahiptir (51, 52). Organo-inorganik kompleks yapıdan oluşan dentinin Tip 1 kollajene sahip organik yapısı, karbonat apatit kristallerinden oluşan inorganik yapısı ile güçlenerek, dentine mekanik özellikler katar. NaOCl, nonspesifik proteolitik bir irrigasyon solüsyonudur. Bu nedenle dentinle temas ettiği noktada kollajenin yapısını bozar ve peptit zincirlerinin parçalara ayrılmasına neden olur. Böylece dentinin organik yapısını bozarak esneklik, kırılma direnci, elastiklik modülü gibi mekanik özelliklerine de etki eder (53).

Sim ve ark. yaptıkları çalışmada %5,25'lik NaOCl'nin kullanıldığı irrigasyon ile dişin kırılma dayanımının anlamlı olarak azaldığını ve kök dentininin Young modülüsünde azalma meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda dişlerin kırılma direncinin arttığı sonucuna varmışlardır (6).

Şelasyon ajanı olan etilendiamin tetraasetik asit (EDTA), dentinin geçirgenliğini arttırmak ve smear tabakasını kaldırmak için endodonti pratiğinde sıklıkla kullanılan irrigasyon solüsyonudur. Mineral içeriği fosfat ve kalsiyumdan oluşan dentin, EDTA ile karşılaştığında kalsiyum iyonlarını kaybeder. Sonuçta dentinde oluşan dekalsifikasyon sonucu çözünme oluşur. Bu nedenle EDTA dentinin mikrosertliğinde azalmaya neden olmaktadır (54). Dentin sertliğinde meydana gelen en büyük değişim, kanal lümeninde meydana gelir.

Gram negatif ve pozitif bakterilere karşı uzun süreli antimikrobiyal etkinliği olan klorheksidin glukonat (CHX), endodontide kullanılan irrigasyon solüsyonlarından bir tanesidir. Arı ve ark. yaptıkları çalışmada %0,2'lik CHX solüsyonunun dentinin mikrosertliğinde bir değişime neden olmadığını bulmuşlardır (55). Oliveira ve ark. yaptıkları çalışmada %2'lik CHX'in, dentin mikrosertliğinde azalma meydana getirdiğini belirtmişlerdir (56). Sarabi ise NaOCl ve EDTA'nın azalttığı mikrosertliğin, %2'lik CHX ile kompanse edildiğini savunmuştur (57).

2.2.5. Kök Kanal Dolgusunun Dentin Üzerindeki Etkisi

Çeşitli kök kanal dolum yöntemleri arasından günümüzde en sık kullanılan kanal dolgu teknikleri, soğuk lateral kompaksiyon ve sıcak vertikal yöntemdir. Her iki teknikte de asıl amaç, fizyolojik foramende tam bir tıkama sağlayarak kanalın homojen olarak doldurulmasıdır. Soğuk lateral kompaksiyon yöntemi, pahalı ekipmanlar gerektirmemesi ve apikal foramenden taşma ihtimalinin düşük olması nedeniyle sık kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemin en büyük dezavantajı, lateral kompaksiyon sırasında kullanılan spreaderın, dentin dokusu üzerine kuvvet yüklemesi nedeniyle kök dentininde defekt oluşumuna yol açabilmesidir. Bu defektler, vertikal kök kırığı oluşumuna neden olabilir (7). Sıcak vertikal kompaksiyon yönteminde spreader kullanılmadığı için dentinal defekterin oluşmayacağı düşüncesi mevcuttur (58). Bunun yanında hidrolik kuvvetler kama etkisi yaratarak, dentinde baskıya neden olabilir (59).

2.3. Kök Kanal Şekillendirme Yöntemleri

Başarılı bir kök kanal tedavisi elde edebilmek için dikkat edilmesi gereken birçok aşama vardır. Biyomekanik preparasyon bu aşamalardan en önemlisi olarak gösterilebilir. Kanal aletleri ile yapılan preparasyon sonucunda vital ve nekrotik dokunun, mikroorganizmaların ve enfekte dentin talaşlarının kanaldan uzaklaştırılması gerekir (60).

Kök kanal preparasyonu bitiminde, en dar yeri apikal foramende, en geniş yeri kanal girişinde olan, kanalın orijinal şeklinin korunduğu konik bir kanal formu elde edilmesi hedeflenir. Yapılan preparasyon, irrigasyon solüsyonunun apikal üçlüye, aksesuar kanallara, isthmus gibi kompleks anatomik yapıların bulunduğu alana ulaşmasına yardımcı olarak kanal dezenfeksiyonuna katkı sağlar ve ideal bir kanal dolgusu yapılabilmesi için kök kanalını hazırlar (61).

Günümüzde birçok kanal şekillendirme yöntemi vardır. Bunlar temelde apikalden koronale doğru ve koronalden apikale doğru olan şekillendirme yöntemleri olarak iki ana başlık altında toplanabilir (62).

Apikalden koronale doğru olan şekillendirme yöntemleri;

1. Standardize preparasyon yöntemi
2. Step-back yöntemi
3. Balanced-force (Dengeli kuvvet) yöntemi
4. İlerleyen şekilde genişletme yöntemi

Korondan apikale doğru olan şekillendirme yöntemleri;

1. Step-down yöntemi
2. Double-flared yöntemi (Fava)
3. Crown-down yöntemi
4. Canal master yöntemi
5. Antikurvatür eğeleme yöntemi

Apikalden koronale doğru olan genişletme yöntemlerinden en çok tercih edilen step-back tekniği iken, korondan apikale doğru olan genişletme yöntemleri arasında en çok tercih edilen yöntem crown-down tekniğidir. Döner eğe sistemlerinin kullanımında son dönemlerde geliştirilen resiprokasyon hareketi ise balanced-force tekniğinden esinlenilerek elde edilmiştir.

2.3.1. Step-Back Yöntemi

Step-back yöntemi ilk kez 1969 yılında WH Clem tarafından ortaya atılmış, 1970'lerde Weine tarafından geliştirilmiş ve 1979'da Mullaney tarafından modifiye edilmiştir. Bu yöntemde temel prensip apikalden koronale doğru genişletme yapılarak kanala konik bir formun verilmesidir. Özellikle eğri kanallarda daha güvenli çalışma sağladığı için bu tarz kanallarda uygulanması daha yaygın olan bir tekniktir. El ile yapılan genişletme yöntemleri arasında, en çok tercih edilen ve kabul görmüş olanıdır (60).

Bu yöntemde, fizyolojik foramende kanalda sıkışan ilk eğe ile çalışma boyu belirlenir. Kanalin genişletilmeye başlandığı ilk eğeye başlangıç eğesi adı verilir. Başlangıç eğesinden üç boy büyük eğeye kadar çalışma boyunda genişletme yapılır. Her alet değişiminde NaOCl ile irrigasyon yapılması gerekir. Yapılan irrigasyon

sayesinde dentin talaşları kanaldan uzaklaştırılarak tıkanma engellenir ve NaOCI'nin organik doku çözücü ve antibakteriyel etkinliğinden faydalanmış olunur. Çalışma boyunda kullanılan son eğe master apical file (MAF) olarak adlandırılır. Eğeleme yaparken apikal stop noktasını oluşturmaya ve bu yapıyı bozmamaya çok dikkat etmek gerekir. MAF'tan sonra kullanılan her eğe çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde kullanılır ve en az üç boy büyük eğeye kadar çevresel eğeleme yapılır. Örneğin MAF 40 numaralı eğe olarak belirlenmişse, 45 numaralı eğe, saptanılan çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde kullanılır. Her eğe değişiminin arasında, saptanılan çalışma uzunluğunda MAF ile tekrar eğeleme yapılır. Bu işleme rekapitülasyon adı verilir. Genişletme sırasında rekapitülasyon yapılmasının amacı, kanalda basamak oluşmasını engellemek ve çalışma boyu kaybını önlemektir. En son tekrar MAF ile çalışma boyuna gidilerek, kanala apikalden koronale doğru genişleyen konik formu vermiş olunur ve genişletme işlemi tamamlanır (60).

Step-back yönteminde apikal alanın genişletmesi "reaming" hareketiyle geriye kalan orta ve koronal 1/3'lük kısım ise çevresel eğeleme ile gerçekleştirilir (62).

Step-back tekniğinin avantaj ve dezavantajları şunlardır: (62)

Step-back tekniğinin avantajları:

- Rekapitülasyon yapılması ve apikalden koronale doğru bir genişletme olması nedeniyle basamak ve perforasyon oluşturma ihtimali azalır.
- Kanaldaki nekrotik dokuların ve debrislerin etkin bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlar.
- Kanalin orijinal formunu koruyan huni şeklinde bir genişletme ile düzgün şekilli kanallar elde edilmesini sağlar. Bu sayede uygun spreader kullanılarak lateral kondensasyon yöntemi ile güvenli bir dolum yapılmasına yardımcı olur.

Step-back tekniğinin dezavantajları;

- Apikalden koronale doğru bir genişletme yapıldığı için irrigasyonun etkinliği korondan apikale doğru yapılan genişletme tekniklerine göre daha azdır.
- Apikal foramenden dışarı debris taşıma ihtimali fazladır.
- Koronalde ön genişletme yapılmadığı için eğenin dentine teması artar. Bu nedenle kök kanalının içerisinde alet kırılma ihtimali artar.

Step-back yöntemi, el ile yapılan genişletmeler arasında sık kullanılan yöntemlerden olmasına karşın, işlem basamaklarından anlaşıldığı gibi uzun süren ve zahmetli bir genişletme yöntemidir. Son yıllarda klinik kullanımı yaygın olan Ni-Ti döner eğe sistemleri ile birlikte korondan apikale doğru yapılan genişletme şeklini esas alan crown-down yöntemi, diğer yöntemler ile karşılaştırıldığında daha çok uygulanmaya başlanmıştır (47).

2.3.2. Crown-Down Yöntemi

Crown-down yöntemi, step-down tekniğinin modifikasyonu olarak ortaya çıkmıştır. Marshall ve Pappin tarafından 1980 yılında tasarlanmıştır (63). Bu yöntemde eğeler büyüktür küçüğe doğru kullanılarak, önce koronal 2/3'lük kısım genişletilir. Böylece apikal 1/3'lük kısmın genişletilmesi kolaylaşır. Etkili bir irrigasyon yapılarak, step-back tekniğinin en büyük dezavantajlarından biri olan apikal bölgenin dışına debris taşıma olasılığı azaltılmış olur (60).

Giriş kavitesi hazırlandıktan sonra, 35 nolu eğe ile basınç uygulamadan ilk sıkışan yere kadar ilerlenir. Eğenin ilerlediği mesafe 16 mm veya daha fazla ise bu boyda koronal preparasyon yapılır. Eğer ilerlemiyorsa radyografi ile bunun nedeni araştırılır. Eğenin istenen boya gitmemesinin nedeni eğimli bir kanal olması ise, koronal genişletme, kanaldaki eğimin olduğu yere kadar yapılır. Eğenin 16 mm'ye gitmemesi kanalın dar olmasından kaynaklanıyorsa, daha küçük numaralı eğelerle bu boya ulaşılmaya çalışılır. Kanal genişliğine uygun Gates-Glidden frezleri ile giriş kavitesi hazırlanır. Sonra 30, 25, 20 nolu eğeler ile çalışma boyuna 3 mm mesafe

kalana kadar, basınç uygulamadan 1'er mm ilerlenir. Böylece geçici çalışma boyunda preparasyon sağlanmış olur. Apikal foramene 3 mm kaldıktan sonra her seferinde K tipi eğenin numarası küçültülerek ve çalışma uzunluğu arttırılarak devam edilir (62).

Crown-down tekniğinin avantaj ve dezavantajları şunlardır: (64)

Crown-down tekniğinin avantajları:

- Kök kanalının koronal ve orta üçlüsünün önden genişletilmesi ile eğelerin dentine temasını azaltarak alet kırılma ihtimalinin azalmasını sağlar.
- İrrigasyon solüsyonlarının kanala penetrasyonu artar. Daha etkili bir dezenfeksiyon sağlanır.
- Debrisin apikal bölgenin dışına itilme olasılığı azalır. Böylece hastada operasyon sonrası oluşabilecek ağrının önüne geçilir.
- Önden yapılan koronal genişletme sayesinde çalışma boyunun belirlenmesi kolaylaşır. Dentine daha az noktadan temas sağlandığı için elektronik apeks bulucuların daha başarılı sonuç vermesini sağlar.

Crown-down tekniğinin dezavantajları:

- Öncelikli olarak koronal bölgenin genişletmesi yapıp daha sonra apikal bölgeye inildiği için kanal içerisinde basamak oluşturma olasılığı vardır.
- Koronalden apikale doğru genişletme sistemi uygulandığı için apikal bölgenin tıkanmasına ve çalışma boyunun kaybına neden olabilir.

Endomotorla kullandığımız Ni-Ti döner eğe sistemlerinden ProTaper Universal, ProTaper Next, Reciproc farklı çalışma prensiplerine sahiptir. Farklı firmalar tarafından üretilen bu eğe sistemleri, üretici firmaların önerdiği şekilde kullanılır ve crown-down tekniği ile yapılan preparasyonu esas alırlar (65).

2.3.3. Balanced-Force (Dengeli Kuvvet) Yöntemi

Roane ve ark. tarafından geliştirilen balanced-force tekniği temelinde etki-tepki yasasına dayanır ve uygulanması için K tipi eğelere ihtiyaç vardır. Bu yöntemde eğeler, özel olarak belirlenmiş olan hareket ile çalışma boyunca kullanılır (66).

Balanced-force tekniğinin uygulanışında dört temel adım vardır. Öncelikle eğe döndürülmeden hafif bir basınç uygulanarak kanalın içine yerleştirilir ve saat yönünde 180° çevrilerek eğenin dentine bağlanması sağlanır. Ardından saat yönünün tersine 120° veya daha büyük açılarla rotasyon ile dişin uzun aksı yönünde basınç uygulayarak apikal bölgeye doğru ilerlenir. Bu işleme çalışma boyuna ulaşmaya kadar devam edilir. Sonrasında eğe kanaldan çıkarılır. Eğenin saat yönü ve saat yönünün tersine çevrilmesiyle kanal içerisinde ilerleme sağlanmaya çalışılırken, aletin kanal içerisinde kırılmasını engellemek için uygulanan basınç miktarına ve rotasyonun derecesine dikkat edilmesi gerekir. 180° 'den fazla uygulanan rotasyonlarda aletin kırılma olasılığı artar. Diğer genişletme tekniklerinde olduğu gibi alet değişimi sırasında, mutlaka kanalın irrigasyon solüsyonu ile yıkanması gerekir (60).

2.4. Kök Kanal Şekillendirilmesinde Kullanılan Enstrümanlar

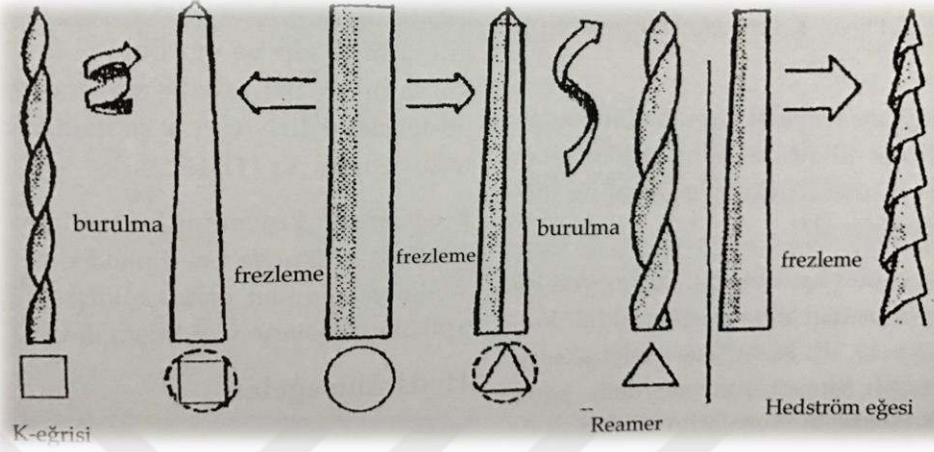
2.4.1. El ile Kullanılan Enstrümanlar

El aletleri; tirnerfler, reamerlar ve eğeler olarak üçe ayrılır.

Tirnerfler, pulpanın kanaldan uzaklaştırılması için kullanılır ve yumuşak çelik teller ile hazırlanırlar (60). Düz ve dikenli olan tipleri vardır. En küçük tirnerf 25 ISO numaralı eğe ile aynı çapa sahiptir. Bundan dolayı dar kanallara bu aletle giriş yapılmamalıdır (67).

Reamerlar, pulpanın çıkarılması ve kanalın genişletilmesi amacıyla kullanılırlar (67). Sadece reaming hareketi ile kullanılırlar. Reaming hareketinde kanalda direnç hissedilen yere kadar ilerlenir sonra dentinde ilerlemek için saat yönünde 90° çevrilir. Daha sonra geri çekilir. Bu işlem sonunda kanala konik bir şekil verilmiş olur (68).

Eğeler, K tipi ve Hedström (H tipi) olmak üzere iki çeşittir. K tipi eğeler, kare kesitli çeliğin saat yönü tersinde burulmasıyla elde edilirken; Hedström eğe, çeliğin frezlenmesiyle üretilir (Resim-1) (47).



Resim-1: K tipi eğe, reamer ve Hedström eğelerinin üretilmesi (60)

1915 yılında Kerr tarafında üretilen K tipi eğelerin yatay kesitleri, eşkenar dörtgen şeklindedir (65). Eşkenar dörtgen şekilli olması, eğenin torsiyonel direncini ve esnekliğini artırır. Spiral sayısı reamerlara göre daha fazladır. Spiral sayısının fazla olması, eğenin daha fazla kesici kenara sahip olmasını sağlar ve eğeye esneklik katar (67). Bu eğelerin spiral sayısı ve kesici kenar miktarı, reamerlara oranla daha fazladır. K tipi eğelerin esnekliği, H tipi eğelere göre daha fazladır (60). Eğenin kesme açısı 25° ile 40° arasındadır (65). K tipi eğeler saat yönünde ve saat yönünün tersine 90° rotasyonla kullanılırlar. İtme ve çekme hareketiyle de dentini kesme özelliğine sahiptirler. Özellikle eğimli kanallarda ileri-geri hareketle kullanılması önerilmez. Eğimli kanallar için Ni-Ti olan eğe türleri üretilmiştir fakat bu türlerinin kesme etkinliği daha azdır. Eğelerin kesme etkinliği, aletin uç formu ve spiral sayısına göre değişir. K tipi eğenin kırılma dayanımı, H tipi eğeden daha fazladır. K tipi eğe burularak üretildiği için, eğenin vida adımları açılma gösterirken; frezlenerek üretilen H tipi eğede, torsiyon kuvvetleri karşısında daha az uzama görülür. Bu durum H tipi eğelerin pratikte kullanılırken herhangi bir belirti vermeden kırılabileceklerini gösterir (69). K tipi eğeler kanal şekillendirme işlemine başlarken, kanal yolunu bulmada kullanılırlar. Bu eğelerin uçları kesici değildir. Bu özelliği ile K tipi eğelerin apikalden

perforasyon yaratma ihtimali H tipi eğelere göre daha azdır. K tipi eğeler ile kanalın apikal üçlüsünde genişletme sağlanırken, H tipi eğeler ile koronal kısımda genişletme sağlanır (70).

1950 yılında Ostby tarafından imal edilen H tipi eğeler, silindirik paslanmaz çelik telin aşındırılmasıyla üretilir ve sarmallı bıçaklar haline getirilirler. Boyuna kesit alındığında üçgene benzer görüntüye sahiplerdir. Frezlenerek elde edildikleri için çok keskin kesici kenara sahiplerdir. H tipi eğelerin kesme açıları, K tipi eğelere göre daha yüksektir. Bu özelliklerinden dolayı K tipi eğelerden daha kesicidirler. Diğer aletlerden daha hızlı ve daha fazla madde kaldırır. Bu özelliğin dezavantajı; strip perforasyonlara ve zip oluşumuna neden olabilmesidir. Eğri kanallarda genişletme yapılırken bu duruma dikkat edilmesi gerekir (71).

H tipi eğeler çekme hareketi ile kesme sağlarlar. Bu eğelerde rotasyon ve reaming hareketi kullanılmaz. Rotasyon hareketi ile kullanılmamasının sebebi, vida şeklindeki formu nedeniyle rotasyon uygulandığında dentine saplanma eğiliminde olmasıdır. Çekme hareketinde daha çok dentin kaldırırken, itme ile az miktarda dentini apikale taşırlar. Bu nedenle apikalin tıkanma ihtimali bu eğelerde daha azdır (67).

2.4.2. Düşük Hızda Kullanılan Enstrümanlar

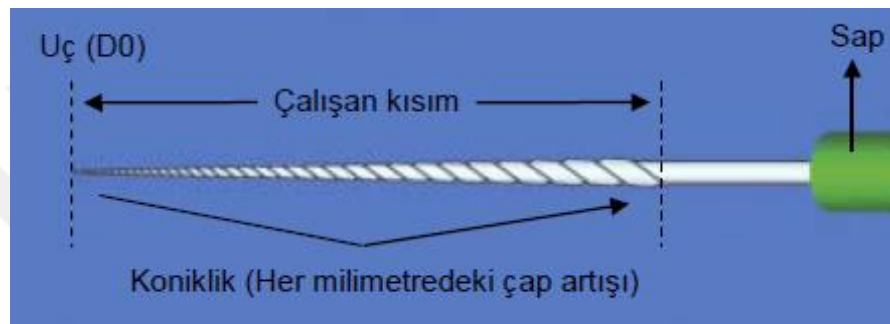
Gates-Glidden frezler, kanala giriş yolu oluşturmak ve kanal boşluğunun koronal ve orta 1/3'lük kısmında genişletme yapmak amacıyla kullanılırlar. Düşük hızda kullanılan aletlere Gates-Glidden frezler ve Peeso Reamerlar örnek gösterilir. Peeso Reamerlar, kanal dolgusu yapıldıktan sonra post boşluğu oluşturmak amacıyla kullanılırlar. Bu aletler kanal içerisinde eğim var ise eğimin olduğu bölgeye kadar kullanılırlar. Bu bölgeden daha ileriye gidildiği takdirde kanal içerisinde perforasyon oluşmasına neden olabilirler (71).

2.4.3. Kanal Eğesinin Bölümleri

Kanal eğesindeki varyasyonlar kök kanal preparasyonunun yapılabilmesini etkileyen önemli etmenlerden birtanesidir. Eğenin etkin bir şekilde kullanılabilmesi

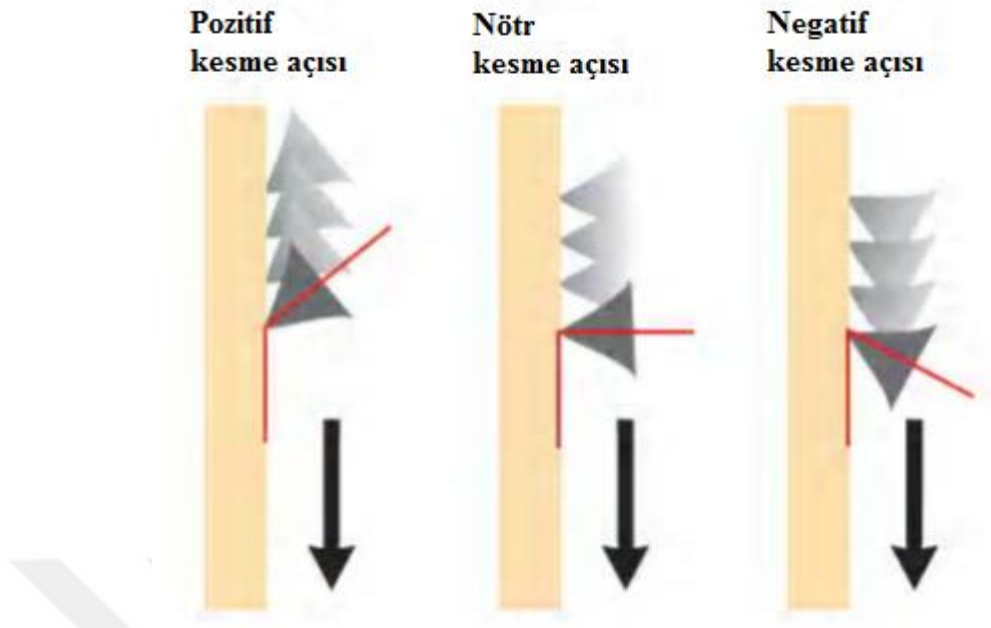
için hekimin kanal eğesinin özelliklerine aşına olması ve eğe tasarımındaki değişikliklerin preparasyonu nasıl etkilediğini biliyor olması gerekir.

Eğenin ucundan boyun kısmına doğru çalışan kısmında her milimetredeki çap artış miktarına taper (koniklik) adı verilir (Resim-2). Eğelerde konikliğin olması birbirini takip eden her eğede dentin yüzeyine minimal temas olmasını sağlar. Böylece sürtünme direnci azaltılmış olur ve eğe, daha az torkla çalışabilir (72). ISO standartlarına göre bir eğe %2 konikliktedir ve aktif çalışma uzunluğu 16 mm'dir. Günümüzde farklı koniklik ve çalışma uzunluğuna sahip eğeler bulunmaktadır.



Resim-2: Eğenin taperı (73)

Heliks açısı, kesici kenar ile eğenin uzun aksı arasındaki açı olarak tanımlanır. Bu açı, yivde biriken debrisin uzaklaştırılmasını sağlar ve döner eğenin performansını belirler. Kesme (rake) açısı, eğenin uzun aksına dik olacak şekilde yatay kesiti alındığında, kesici kenarın eğenin yarıçapı ile yaptığı açıdır. Kesme açısı aletin kesme etkinliğini belirler. Kesme açısı geniş ise pozitifdir ve kesici kenar çalıştığı yüzeyde kesme işlemi yapar. Dar açı ise negatif kesme açısı olarak adlandırılır ve çalıştığı yüzeyde kazıma işlemi yapar (Resim-3). Tam pozitif kesme açısı kesici kısımda kırılmalara sebep olabilir. İdeal kesme açısının, nötre yakın bir pozitif kesme açısı olması önerilmiştir (65, 74).



Resim-3: Kesme (rake) açıları (75)

Her alet farklı uç dizaynına sahiptir. Kanalda perforasyona veya alet kırığına neden olmamak için kullanılan eğenin uç yapısı hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Kesici uçlu aletlerin eğimli kanallarda uzun süre tutulması, transportasyona ya da perforasyona sebep olurken, kesici uçlu olmayan aletler ise kanal içerisinde zorlanmaya neden olarak alet kırılmalarına yol açabilir (71).

Kesici kenarlar arasında yer alan kısım, radyal alan olarak tanımlanır ve bu alan eğenin çevresi boyunca duvarlara temas eder. Radyal alan, eğenin kanalda vidalanma eğilimini, mikro çatlakların ilerlemesini, transportasyon oluşma riskini azaltır. Bunun yanında kesme derinliğini sınırlar ve kesici kenarları destekler (76).

Aynı düzlemde birbirine komşu iki kesici kenar arasındaki mesafe, vida adımı olarak tanımlanır. Vida adımları küçüldükçe ya da diğer bir ifadeyle kesici kenarlar arasındaki mesafe azaldıkça aletin spiral sayısı artar. Genelde eğelerde çalışma yüzeyi boyunca farklı boyutlarda vida adımları mevcuttur (71).

2.4.4. Nikel Titanyum Döner Eğeler

Geçmişten günümüze kadar kök kanal preparasyonunun etkinliğini arttırmak ve daha başarılı sonuçlar elde etmek amacıyla, birçok kanal aleti geliştirilmiştir. Başarılı bir kanal tedavisi yapılabilmesi için atılması gereken ilk adım ideal bir preparasyon yapabilmektir. Özellikle dar ve eğimli kanallarda Ni-Ti döner eğeler, istenilen ideal preparasyonun sağlanmasına yardımcı olur.

Kök kanal preparasyonunda kullanılan aletlerin esnekliği arttıkça, kanalın şekline gösterdiği uyum da artar (73). Kullanılan aletin ISO büyüklüğü arttıkça esnekliği azalır. 25 nolu eğelerden daha büyük ISO numaralı eğelerde esneklik azalır. Özellikle eğri kanallarda alet eski haline dönebilmek için, eğimin iç kısmına doğru basınç yapar ve istenilmeyen genişletmelere neden olur. Eğri kanallarda esnek olmayan aletlerin kullanılması lateral perforasyonlara, apikal zip ve dirsek oluşumuna, apikal transportasyona, perforasyona, çalışma boyunun kaybına sebep olabilir. Günümüzde bu tarz istenmeyen komplikasyonların önüne geçebilmek için daha esnek olan eğeler üretilmiştir (77).

2.4.4.1. Tarihçe

Nikel-Titanyum alaşım 1960'larda William J. Buehler tarafından geliştirilmiştir (78). NITINOL, ismini oluştuğu atomlardan ve ilk keşfedildiği kurumun adını oluşturan kelimelerin başharflerinden alır (Nikel-Titanyum, Naval Ordnance Laboratory) (79).

2.4.4.2 Nikel Titanyum Döner Eğelerin Özellikleri

Ni-Ti alaşım ağırlık olarak %45 titanyum, %55 nikel içerir. Nikel alerjen ve sitotoksik bir alaşımdır. Ni-Ti alaşımın yüzeyine uygulanan işlem ile nikelin bu etkisini göstermesi engellenmiş olur. Titanyum ise biyouyumlu, korozyona karşı dayanıklı, elastisite modülü düşük bir metaldir. Torsiyonel ve döngüsel kırılmaya karşı direnci yüksektir (80). Bu özellikleri sayesinde, diş hekimliğinde günümüzdeki yerini alarak özellikle endodontinin vazgeçilmezleri arasına girmiştir.

Ni-Ti eğelerin paslanmaz elik eğelere göre en önemli farkları, Şekil hafızalarının olması ve sperelastisiteye sahip olmalarıdır. Şekil hafızalı alaşımlar, martensitik yapıda iken, belli bir dış kuvvete maruz kalmaları sonucu değişen orijinal Őekillerini, stenit faz sıcaklığına geçtiklerinde büyük oranda geri kazanabilen alaşımlardır (79). Şekil hafızalı alaşımlardaki etki, östenit ve martensit olarak bilinen iki yapı arasındaki katı-katı faz transformasyonunun bir sonucudur. Östenit faz soğutulularak martensit forma dönüşür. Bu nedenle stres altında bu yapıyı deforme etmek oldukça kolaydır. Kuvvet altında düzlemsel formunu alan martensit yapısı, ısıtılarak stenit Şekline geri döner (79). Kısaca özetlemek gerekirse Şekil hafızası, fiziksel etkenler ile Şekil değişimine uğramasına rağmen, etken ortadan kalkınca maddenin eski haline geri dönmesidir. Alaşım stenit fazda iken, herhangi bir sıcaklık değişimi olmaksızın, sadece uygulanan stresin ortadan kalkması sonucu malzemenin kalıcı deformasyona uğramadan orijinal formunu tekrar kazanması ise süperelastisite olarak tanımlanır (81).

Yapılan çalışmalara ve klinik gözlemlere dayanarak Ni-Ti eğelerin, paslanmaz elik eğelere kıyasla, dentini kesme özelliğinin daha az olduğu gösterilmiştir. Gambill ve ark. yaptıkları çalışmada, Ni-Ti eğelerin paslanmaz elik eğelere göre apikal transportasyona ve zip oluşumuna daha az neden olduğunu göstermişlerdir (82). Bunun nedeni, süper elastik olma özelliğinden değil, daha az dentini kesmesinden kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak Ni-Ti döner aletler orijinal kanal formuna daha çok uyum sağlar. Basamak oluşumu, transportasyon, kanalın tıkanması, perforasyon oluşturma ihtimali, paslanmaz elik el eğelerine kıyasla, belirgin oranda azalır. Ayrıca bu aletlerin kırılma eğilimi, el eğelerine kıyasla daha azdır (47). Ni-Ti eğeler kırılmaya dirençlidir fakat döngüsel yorgunluk oluşur ve paslanmaz elik eğelerde olan plastik deformasyon, bu eğelerde gözlenmez. Bu nedenle özellikle eğri kanallarda kullanılırken, eğelerin kontrol edilmesi gerekir (83). İdeal olarak önerilen, bu eğelerin tek sefer kullanımıdır.

Ni-Ti eğelerin süperelastisite özellikleri sayesinde, eğe çapının artması ile sertlik arasındaki bağlantı azalmıştır. Bu da daha yüksek taperlı aletlerin kullanımını kolaylaştırmıştır. Ni-Ti döner eğeler sürekli rotasyona izin verecek Şekilde gövde

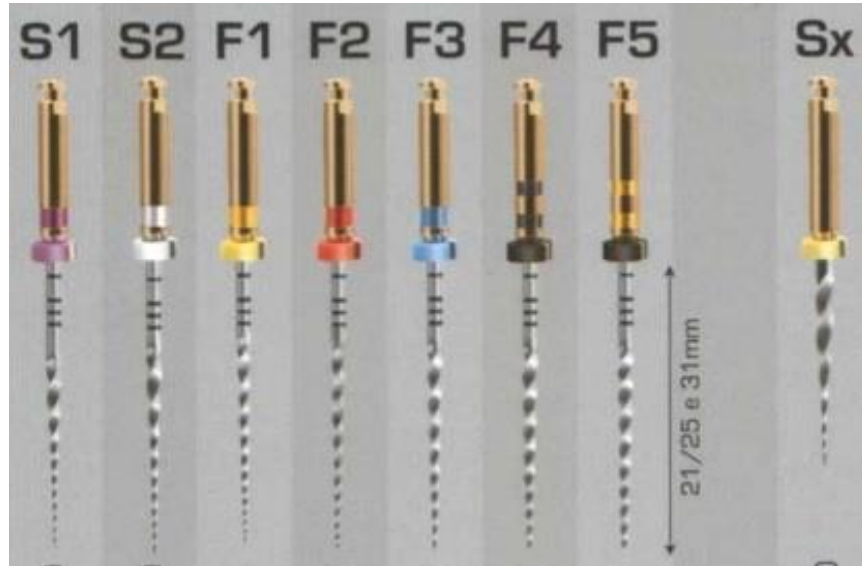
dizaynına sahiplerdir. Her Ni-Ti döner ege sistemi birbirinden farklı heliks açısı, kesme (rake) açısı, uç dizaynı, vida adımı ve çapraz kesit yapısına sahiptir (72).

2.5. Çalışmamızda Kullanılan Ni-Ti Döner Ege Sistemleri

2.5.1. ProTaper Universal

ProTaper, Dentsply'in ürettiği Ni-Ti döner ege sistemlerinden birtanesidir. Dr. Clifford Ruddle, Dr. John West ve Dr. Pierre Machtou tarafından dizayn edilmiştir (47).

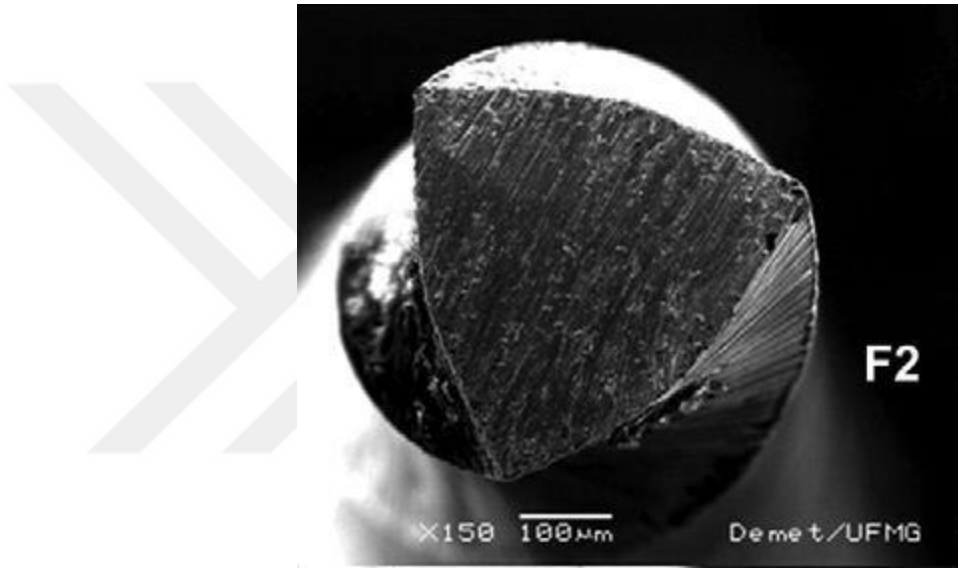
ProTaper, SX, S1, S2 eğerleri ile 3 şekillendirme egesine ve F1, F2, F3, F4, F5 apikal şekillendirmeyi sağlayan bitirme eğerlerine sahip crown-down yöntemiyle genişletme yapılan bir sistemdir (Resim-4). Kök kanal tedavisini yenileme işlemlerinde kullanılan D1, D2, D3 eğerleri de mevcuttur. 21, 25, 31 mm olan 3 farklı ege boyu üretilmiştir. Şekillendirme, endodontik motorlar kullanılarak, 250-350 rpm hızda yapılır (65).



Resim-4: ProTaper Universal döner ege sistemi (84)

ProTaper döner eğe sisteminin temel özelliği; değişken uç çaplarına ve etkin kesim yapılan alan boyunca değişen yüzdelerde taperlara sahip olmasıdır. Değişen taperlar dentinde daha az değme alanı oluşturduğu için alette oluşan stres birikimi azalır ve kesme etkinliği artar (85).

Enine kesit alındığında konveks üçgen kesit yapısına sahiptir (Resim-5). Bu tasarım, preparasyon esnasında dentin duvarı ile kesici yüzey arasındaki temas alanını ve dolayısıyla sürtünmeyi azaltır. Aletin kesme etkinliği artar, sürtünmeden kaynaklı oluşan gerilme kuvvetleri azalır (86).



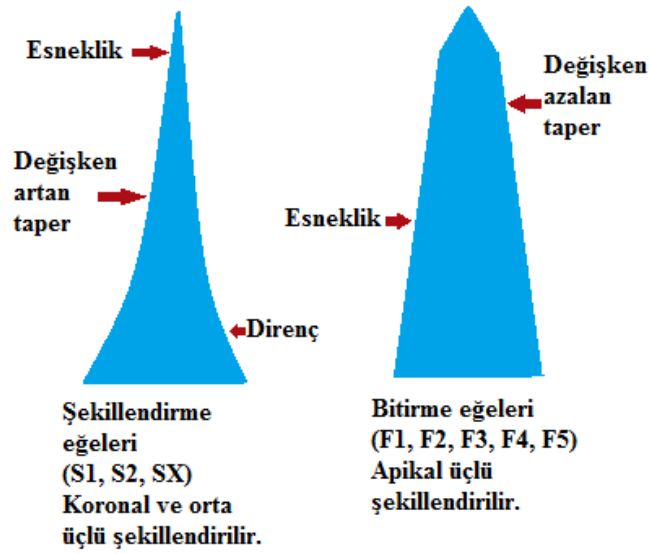
Resim-5: ProTaper Universal döner eğe sisteminin çapraz kesiti (87)

ProTaper Universal eğeleri, değişken heliks açısına ve sabit vida adımına sahiptir. Böylece aletin yivleri arasında biriken debrisin kanal dışına atılması kolaylaşır ve eğenin kanal içerisinde sıkışması, kanal duvarına saplanması önlenmiş olur (68).

ProTaper Universal eğeleri, radyal alan içermez ve aktif kesme yeteneğine sahiptir. Radyal alan, eğenin kanalın merkezinde kalmasını sağlarken, dentin içerisinde sıkışmasını da engeller. Yüksek kesme etkinliğine sahip olması ve radyal alanı olmaması nedeniyle, preparasyon esnasında kök dentininde mikro çatlak oluşturma ihtimali vardır (47).

Sistemde ilk olarak kullanılan SX eğesi, koronal genişletmeyi yapmak için kullanılan yardımcı şekillendirme eğesidir. Kendisinden sonra gelen eğelerin kanalın içerisinde daha kolay ilerlemesini sağlar. Bu eğenin çalışan kısmının boyu 14 mm'dir. Aletin toplam boyu ise 19 mm'dir. Uç kısmının çapı D0'da 0,19 mm D14 çapı 1,190 mm'dir. D6, D7, D8, D9'da çapraz kesit çapı 0,50 mm, 0,70 mm, 0,90 mm, 1,10 mm iken; taperları %11, %14,5, %17, %19 olarak sıralanır. SX'in konikliği D0'da %3,5'tur ve D9'da hızlı bir artış göstererek %19'a yükselir. ProTaper sisteminde kullanılan diğer eğelere göre konikliği en fazla artan egedir. Bu yapısı eğeye hızlı ve etkin bir şekillendirme yeteneği sağlar. Bu alet Gates-Glidden frezlerin yerine kullanılacak şekilde dizayn edilmiştir. SX eğesinin üzerinde tanımlayıcı halkası yoktur. Şekillendirici eğelerden S1'in mor, S2'nin beyaz halkası vardır. S1 artan tapera sahiptir, fakat bu artış SX kadar yüksek oranda değildir. S1 ve S2'nin uç kısmının çapı sırasıyla 0,185 mm ve 0,2 mm'dir. S1 kanalın koronal üçlüsünü S2 ise orta üçlüsünü genişletmek için tasarlanmıştır ve yarı aktif uç tasarımına sahiptirler (88).

F1, F2, F3 eğeler sarı, kırmızı, mavi halkalara sahip olup kanal preparasyonunu sonlandırırken kullanılan bitirme eğeleridir. Bu eğelerin uç çapları sırasıyla 0,20 mm, 0,25 mm, 0,30 mm iken; taperları %7, %8, %9 oranlarındadır. Bu aletler uçlarındaki 3 mm'lik alanda (D0-D3) sabit tapera sahiptirler. Bitirme eğelerinin D3 noktasından sonra azalan taperları vardır (Resim-6). Bu sayede koronal kısımda fazla dentin kaldırılmasının önüne geçilmiş olur ve eğenin esnekliği artar. Kesici olmayan uç tasarımları vardır (85).



Resim-6: Şekillendirme (S) ve bitirme eğelerinin (F) artan ve azalan taperları

Bitirme eğeleri esas olarak kanalın apikal kısmını şekillendirirken, aynı zamanda orta üçlüsünü de genişletirler (85, 88). Kök kanalının preparasyonunun hangi eğe ile bitirileceği, kanalın genişliğine göre belirlenir. Günümüzde geniş kanalların preparasyonu için F4 ve F5 bitirme eğeleri üretilmiştir.

İdeal giriş kavitesi açıldıktan sonra %2 taperlı #10, #15 numaralı el aletlerine ön eğim verilerek, kanalın 2/3'lük kısmına girilir. Pulpa odası irrigan ile doldurulur. Eğeler bu bölgede serbest hareket edinceye kadar kullanılır. Böylece kanalda düz bir rehber yol elde edilmiş olur. Rehber yol oluşturulduktan sonra, önce S1 sonra gerekliyse SX eğeleri ile fazla basınç uygulamadan, kanalın bu kısmı genişletilir. SX koronal bölgenin genişletilmesini sağlar. Bu işlemler sırasında, kanalın her eğe değişiminden sonra, irrigasyon solüsyonu ile yıkanması gerekir. Şekillendirme eğeleri fırça darbeleri gibi lateral hareketlerle kullanılır. S1 ve S2 eğeleri ile #15 numaralı eğenin gidebildiği yere kadar ulaşıldıktan sonra, kanalın koronal 2/3'lük kısmının şekillendirilmesi tamamlanmış olur (85). Bu aşamadan sonra tekrar #15 numaralı eğe ile çalışma boyu belirlenir. Daha sonra S1 ve S2 ile çalışma boyunda şekillendirme yapılır. Kullanılan eğe çalışma boyuna ulaşamıyorsa, kanalın debrisle tıkanmış varsayılır. Alet kanaldan çıkarılır. Irrigasyon yapılır ve biriken debris parçalamak için

#10 numaralı eğe ile rekapitulasyon işlemi yapılır, sonra irrigasyon tekrarlanır. Bu aletlerle genişletme işlemi tamamlandıktan sonra, bitirme eğelerine geçilir. Bitirme eğeleri ileri-geri hareket ile kullanılır. Diğer eğelerde olduğu gibi bitirme eğelerinde de çalışma boyuna ilerlemeye çalışılırken basınç uygulanmaması gerekir. Kök kanal preparasyonunun hangi bitirme eğesi ile bitirileceğine karar vermek için, F1 eğesinden sonra #20 numaralı eğe çalışma boyuna ilerlenir. Eğer alet kanalda sıkışıyorsa, F1 ile genişletme tamamlanabilir. #20 numaralı eğe kanalda çok rahat hareket ediyorsa, F2 ile son şekillendirme yapılır. #25 numaralı alet çalışma boyunda sıkışmıyorsa, F3 kullanılarak preparasyon tamamlanır. Aynı şekilde #30 numaralı alet kanal içerisinde sıkışmıyorsa F4 ve F5 kullanılarak şekillendirme işlemi sonlandırılabilir (85).

2.5.2. Reciproc

Reciproc, VDW tarafından geliştirilen, resiprokasyon hareketi ile çalışan bir eğedir. Saat yönü ve saat yönünün tersine hareketler ile preparasyon yapar. Resiprokasyon hareketi, balanced force (dengeli kuvvet) tekniğinden esinlenerek oluşmuştur. Aslında ‘balanced force’ olarak tanımlanan bu teknik, 1985 yılında ortaya çıkmıştır (89). Bu teknik sayesinde, preparasyon esnasında kök kanalının orijinal anatomisi korunur (90). Resiprokal hareket ilk kez Yared tarafından, F2 ProTaper eğesinin tek başına resiprokasyon ile kullanılmasıyla hayata girmiştir (91). Yared’ın yaptığı çalışmada, bu şekilde tek başına resiprokasyon hareketiyle yapılan preparasyon ile tüm ProTaper sisteminin rotasyon hareketiyle yapılan genişletme, apikalden taşan debris oranı ve kesme etkinliği açısından kıyaslandığında, aralarında bir fark bulunamamıştır (91). Resiprokasyon hareketiyle preparasyon yapan eğenin, devamlı rotasyon yapan eğeye kıyasla, daha az döngüsel yorgunluğa sahip olduğu ve bunun bir sonucu olarak, aletin daha uzun ömürlü olduğu belirtilmiştir (92, 93).

Reciproc sistemi; üç farklı eğe, endomotor, enstrümanla uyumlu paper point ve yine enstrümanla uyumlu gta perkadan oluşmaktadır. Reciproc eğeleri M-Wire teknolojisi ile üretilmiştir. M-Wire teknolojisine sahip eğeler, geleneksel Ni-Ti eğelere göre döngüsel yorgunluğa karşı daha dirençlidir ve daha esnektir. Bu eğelerin çapraz kesitleri S şeklinde (Resim-7). Reciproc sistemindeki eğeler gittikçe azalan tapera sahiplerdir (16).



Resim-7: Reciproc döner eğe sisteminin çapraz kesiti (94)

Preparasyon yapılacağı zaman, kanalın genişliğine göre tek bir eğenin kullanılması yeterlidir. Konvansiyonel eğelerle giriş yolu oluşturulmasına gerek yoktur. Bu özelliği ile küçük eğelerle kanala girilerek ön genişletmenin yapıldığı standart yaklaşımların tam zıttı bir genişletme yöntemini izler. Reciproc kök kanalında önüne çıkan en ufak direnci takip etmektedir. Böylelikle çalışma esnasında hekime zaman tasarrufu sağlar ve kanalın giriş yolunu açmayı kolaylaştırır (95). Diğer sistemlerle kıyaslandığında birçok eğenin yaptığı görevi, Reciproc tek başına üstlendiği için, daha fazla döngüsel yorgunluğa maruz kaldığı söylenmiş ve dolayısıyla üretici firma tarafından sadece tek dişte kullanımı tavsiye edilmiştir.

Reciproc sistemi, endodontik motorla önceden sisteme kaydedilmiş olan ‘Reciproc All’ modunda çalıştırılır. R25, R40, R50 olarak üç adet eğeden oluşur. R25 kırmızı, R40 siyah, R50 sarı renklidir. Boyları 21, 25, 31 mm olan tipleri vardır. Büyük azı dişlerine girişi kolaylaştıran 11 mm’lik sap boyuna sahiptir. R25, R40, R50 eğelerinin uç çapları sırasıyla 0,25, 0,40, 0,50 mm’dir. Yine bu eğelerin ilk 3 mm’deki konikleşme miktarları (D0-D3) %8, %6, %5 olarak sıralanır. İlk 3 mm’den sonra azalan konikliğe sahiplerdir. Bu eğelerin D16 mesafesindeki çapları sırasıyla 1,05 mm, 1,10 mm, 1,17 mm’dir. Kanalın genişliğine göre üç çeşit eğeden tek bir tanesinin kullanılması yeterlidir (96).

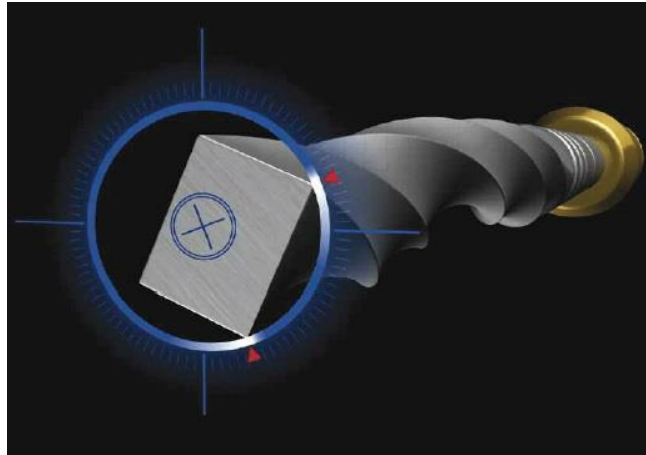
Resiprokasyon hareketiyle kullanılan Reciproc eğeleri, kendilerine özgü dizaynlarıyla ön plana çıkarlar. Eğeler saniyede 10 resiprokal hareket yapar. Bu hareket dakikada 300 dönüşe denk gelir. Resiprokasyon hareketinin aletin kanalın içerisinde vidalanmasını ve sıkışmasını azalttığı, ege üzerindeki stresleri ve döngüsel yorgunluğu azalttığı, eğenin kanalın merkezinde kalmasını sağladığı düşünülmektedir (66, 90). Reciproc sisteminde 360°'lik tam tur üç harekette tamamlanır. Eğenin stoperinin üzerindeki üç oluk bunu belirtmek için yapılmıştır. Ege resiprokasyon hareketini ilk başta saat yönünün tersinde geniş açıyla dönerek (150°), sonrasında saat yönünde dar açıyla (30°) dönüş yaparak tamamlar. Saat yönünde dönerken kanal içerisinde ilerler ve kesme işlemi yapar. Saat yönünün tersi hareketinde kanalın dışına çıkarak serbest kalır ve debrisin dışarı atılmasını sağlar. Bu hareketi sayesinde alet kanalın içerisinde neredeyse otomatik olarak ilerlediği için, alet üzerinde çok hafif bir apikal basınç oluşur. Ayrıca dar kanallarda da güvenli bir genişletme yapabilmesini sağlar. Aşırı eğimli kanallarda Reciproc sisteminin kullanımı, üretici firma tarafından tavsiye edilmemektedir (97).

Giriş kavitesi açıldıktan sonra, şekillendirmeye başlamadan önce alınan radyografi yardımıyla, tahmini çalışma boyu belirlenir. Hangi Reciproc eğesi ile çalışılacağına, kanalın genişliğine göre karar verilir. #30 numaralı ege çalışma boyuna rahat ulaşıyorsa R50, #20 numaralı ege rahat ilerliyorsa R40, #20 numara ve altındaki eğeler kanalda sıkışiyorsa R25 kullanılır. Reciproc eğeleri ile belirlenen tahmini boyun üçte ikilik kısmına kadar ilerlenir. Reciproc ege sisteminde kanal girişini, Gates-Glidden gibi bir frez ile önden genişletmeye ihtiyaç yoktur. Bu sistem ileri geri gagalama hareketi ile kullanılır. Kanal içerisinde basınç uygulamadan, yavaş hareketlerle ilerlenir. Gagalama hareketinin derinliği 3-4 mm'yi geçmemelidir. Üç ileri geri hareketten sonra veya ilerlerken dirençle karşılaşıyorsa ya da ilerlemek için daha fazla basınç uygulamaya ihtiyaç duyuluyorsa, ege kanaldan çıkarılır ve yivlerin arasındaki debrislere temizlenir. #10 numaralı ege ile boya ilerlenir ve kanal irrigasyon solüsyonu ile yıkanır. Böylece kanalın tıkanması engellenmiş olur. Kanalın üçte ikilik kısmının genişletmesi tamamlandıktan sonra, radyografik yöntemlerle veya apeks bulucu yardımıyla çalışma boyu belirlenir. Alet çalışma boyuna ulaşıncaya kadar genişletme işlemine devam edilir. Eğenin kanal içerisinde çok fazla sıkıştığı durumlarda #10 veya #15 numaralı eğelerle kanalda rehber yol oluşturma ihtiyacı

hissedilebilir. Bu işlemin sonrasında da kanal tekrar bolca irrigasyon solüsyonu ile yıkanır. Reciproc tek eğe sistemi olsa da, irrigasyon protokolü diğer sistemlerde olduğu gibi yapılmalıdır (94).

2.5.3. ProTaper Next

Son zamanlarda ortaya çıkan ProTaper Next, yeni nesil tasarımlarla üretilen Ni-Ti döner eğe sistemi olarak, beşinci jenerasyon teknolojileri arasına girmiştir (98). Isıl işlem uygulanarak elde edilen M-Wire teknolojisiyle üretilmiş, daha fazla esnekliğe, yorulma direncine sahip ve kesme etkinliğini koruyan benzersiz yönlendirme hareketi olan bir eğe sistemidir (99, 100). ProTaper Next, rotasyonel hareket ile çalışmayı gerektirir. Tek eğe üzerinde artan ve azalan taperları vardır ve çapraz kesitine bakıldığında, merkezden uzaklaşan dikdörtgen bir tasarıma sahiptir (Resim-8). Eğenin tasarımı, kanalın içerisinde yılan benzeri hareket etmesini sağlar. Eğenin uzun aksı boyunca merkezin dışında konumlanması, rotasyon süresince hareket dalgası oluşmasını sağlar (101). Merkezden uzaklaşan dikdörtgen tasarımı sayesinde, eğe ile dentin arasındaki teması azaltarak, eğenin kanal içerisinde oluşabilecek dentine saplanma etkisini ve torsiyonel stresi en aza indirir (88).



Resim-8: ProTaper Next döner eğe sisteminin çapraz kesiti (98)

ProTaper Next eğelerinin diğer döner eğe sistemleri ile karşılaştırıldığında öne çıkan özellikleri şunlardır; (98)

- Aletin apraz kesitinde, son 3 mm’lik alan haricinde bilateral simetrik dikdörtgen biçimi, uzun aks yönünde asimetrik bir dönme hareketi oluşturur. Bundan farklı olarak, son 3 mm’lik alandaki kare kesiti dar apikal kısımda daha güçlü bir çekirdek yapı oluşturur. Bu asimetrik hareket, aletin devinim yapmasına izin verir. Bu dizaynın yararı, 2 değme noktası olduğu için aletle dentin duvarı arasında değme miktarının azalmasıdır.
- M-Wire sistemiyle imal edilmiştir. Daha flexible ve güvenilirdir. Bununla eğe kırıklarının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Böylece kompleks kök kanal sistemlerinde başarı şansı artar.
- Asimetrik yapı, daha fazla dentin çıkışına izin verir. Kesme etkinliği ve irrigasyon etkinliği artar.
- Daha az stres olduğu için aletin kırılma riski azalır.
- Farklı boyutlardaki eğeler arasında yumuşak bir geçiş vardır. Aletin dizaynı buna olanak verir.

ProTaper Next eğe sistemi kanalı şekillendirmek için X1, X2, X3, X4, X5’ten oluşan beş şekillendirme eğesine sahiptir (Resim-9). Bu eğeler sırasıyla sarı, kırmızı, mavi, çift siyah ve çift sarı renkli halkalarla belirlenmiştir. Eğelerin uç çapları sırayla 0,17, 0,25, 0,30, 0,40, 0,50 mm’dir. Taperları ise %4, %6, %7, %6, %6 olarak sıralanır. Belirtilen taperlar hiçbir eğenin aktif kısmı üzerinde değildir (102).



Resim-9: ProTaper Next döner eğe sistemi (103)

X1, X2 eğelerinin her ikisinde de aynı şekilde kesici yüzey uzunluğu boyunca artan ve azalan oranlarda taperlar vardır. X3, X4, X5 eğelerinin ilk 3 mm'lik kısmı (D0-D3) sabit taperlı iken devam eden aktif kısmında azalan yüzdede bir konikliğe sahiptir. X1 eğesi D1-D3 aralığında merkezi bir rotasyon eksenine sahip iken, D4-D16 seviyelerinde merkezden uzaklaşacak şekilde rotasyon yapar. %4'lük taper ile başlayan X1 eğesi D1-D11 seviyeleri arasında artan tapera sahip iken, D12-D16 arasında ise şekillendirme esnasında esnekliği arttırmak ve radiküler dentin yapısını korumak için azalan tapera sahiptir (98).

ProTaper Next eğeleri 300 rpm hızda ve 2,0-5,2 Ncm tork değeri arasında kullanılır. Bununla birlikte yazarlar 5,2 Ncm torku tercih etmişlerdir. Çünkü bu tork değerinin, giriş yolu oluşturulup fırçalama hareketi ile titizlikle kullanıldığında, oldukça güvenli bir şekillendirme elde edileceği klinisyenler tarafından kabul görmüştür (104). ProTaper Next sisteminde tüm eğeler kanalın uzunluğu, çapı ve eğriliği ne olursa olsun, aynı şekilde ISO sıralamasındaki renklere sadık kalınarak kullanılır.

Birçok şekillendirme tekniğinde olduğu gibi ProTaper Next eğeleri de kullanılmadan önce kanalda giriş yolu oluşturulur. Bu işlem basit, güvenli ve etkili bir genişletme yapabilmek için gereklidir. ProTaper Next eğeleri ile şekillendirme yapılacağı zaman, öncelikle #10 numaralı el eğesi ile kanala girilir. Ön genişletme yapılır. Bu işlem için pathfile gibi özel giriş yolu (glide path) eğeleri de kullanılabilir. Kanalın içerisi irrigasyon ajanı ile doldurulur. #10 numara ile genişletme tamamlandıktan sonra, #15 numaraya geçilir. Giriş yolu oluşturulduktan sonra, X1 eğesi ile genişletmeye geçilir. ProTaper Next eğeleri, fırçalama hareketi ile kullanılır. Bu hareket ile kullanıldığında eğeler kanalın giriş yolu boyunca ilerler ve böylece çalışma uzunluğuna ulaşılır. Fırçalama hareketi, lateral yönde genişletme ile eğenin kanal boyunca birkaç mm ilerlemesini sağlar. Bu hareket, özellikle eğenin düzensiz çapraz kesitleri sayesinde, eğe ile dentin arasında temas alanları yaratır. X1 eğesinin her birkaç mm'lik ilerlemesinden sonra kanal, irrigasyon solüsyonu ile yıkanır. Eğe kanaldan çıkarıldığında, yivlerin üzerinde biriken debris temizlenir. Kanalın tıkanmasını önlemek için tekrar #10 numaralı eğe ile kanala girilir ve tekrar irrigasyon yapılır. X1 eğesi ile yapılan genişletme tamamlandıktan sonra X2 eğesine geçilir. X2

ile kök kanal genişletmesi tamamlanabilir. #25 numaralı eğe çalışma boyunda çok gevşek kalıyorsa, X3 eğesi ile son şekillendirme yapılır. Aynı şekilde daha geniş olan kanallarda X4 ve X5 eğeleri ile de şekillendirme işlemi sonlandırılabilir (98).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, periodontal nedenlerle çekilmiş 100 adet insan dişi kullanılarak, Dicle Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi. Örneklerden düşük hızlı testere ile kesit alınma işlemi, Erciyes Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Örneklerin stereomikroskop altında incelenmesi, Dicle Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapıldı.

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yerel Etik Kurulu tarafından, 23.05.2016 tarihli 4 no'lu toplantıda değerlendirilmiş olup, 2016-12 no'lu protokol numarasıyla onaylanmıştır (Ek-1).

3.1. Örneklerin seçimi ve çalışma için dişlerin hazırlanması

Çalışmada, toplam 100 adet periodontal nedenlerle çekilmiş, çürüğü ve rezorpsiyonu bulunmayan, tek köklü ve tek kanallı daimi alt anterior diş kullanıldı. Dişlerin eğrilik açısının 5°'den küçük olmasına dikkat edildi. Periodontal küret yardımıyla dişlerin üzerindeki artıklar uzaklaştırıldı. Dişlerden meziodistal ve bukkolingual yönde radyografiler alınarak, kalsifikasyonu olan veya birden fazla kanalı olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Kök yüzeyinde çatlak olup olmadığının ayırdına varmak ve kök gelişiminin tamamlanıp tamamlanmadığını görmek amacıyla, dişler stereomikroskop yardımıyla x12 büyütmede incelendi. Çatlak bulunan ve kök gelişimi tamamlanmamış dişler çalışmadan çıkarılarak, yerlerine yenileri ilave edildi. Tüm dişler %5,25'lik NaOCl içerisinde 5 dakika bekletildi. Daha sonra akan su altında yıkanarak, distile su içerisinde, oda ısısında saklandı. Saklama ortamı haftada bir değiştirildi. Örnekler rastgele 5 gruba ayrıldı. Kontrol grubu olan 20 diş, üzerinde hiçbir işlem uygulanmadan ayrıldı. Diğer tüm dişlerin kronları, çalışmada standardizasyon sağlamak amacıyla, boyları 13 mm'ye sabitlenecek şekilde elmas disk yardımı ile su soğutması altında uzaklaştırıldı.

Kontrol grubu hariç tüm örneklerde, 10 numara K tipi el eğesi ile apikal foramene kadar ilerlendi ve apikal foramenden 1 mm kısa olacak şekilde dişlerin çalışma boyları belirlendi. Apikal foramende tıkanıklığı olan, çalışma boyuna ilerlenemeyen dişler çalışma dışı bırakıldı. Yerlerine yenileri ilave edildi.

Örnekler otopolimerizan tamir akriliğine (Imicryl, Konya, Türkiye) gömüldü (Resim-10). Bunun için dişler bir dizi işleme tabi tutuldu. Dişlerin kök yüzeyleri alüminyum folyo ile kaplandı. Örneklerin gömülmesi için 5 cc enjektörden 10 mm boyunda kesitler alınarak kalıplar hazırlandı ve örnekler otopolimerizan tamir akriliği kullanılarak, bu kalıplara gömüldü. Tamir akriliği polimerize olduktan sonra, dişler yerlerinden çıkarıldı ve alüminyum folyolar söküldü. Daha sonra dişler light body silikon ölçü maddesi (Speedex, Coltene AG, Altstatten, İsviçre) ile kaplanarak tekrar akriliğin içerisine gömüldü. Bu işlem dizisi sonucunda alüminyum folyonun oluşturduğu boşluk silikon ölçü maddesi ile doldurularak, periodontal ligament in vitro modelde taklit edilmiş oldu.



Resim-10: Otopolimerizan tamir akriliğine gömülen örneklerin üstten görüntüsü

3.2. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Çalışmada, bir tanesi kontrol grubu olacak şekilde toplam 5 grup oluşturuldu. 100 diş her grup eşit olacak (n=20) şekilde rastgele ayrıldı. Deney grupları aşağıdaki ege sistemleri kullanılacak şekilde oluşturuldu:

1. Kontrol grubu (genişletme yapılmadı)
2. K tipi el eğesi
3. ProTaper Universal Ni-Ti döner eğe sistemi
4. ProTaper Next Ni-Ti döner eğe sistemi
5. Reciproc Ni-Ti döner eğe sistemi

3.3. Şekillendirme Prosedürü

Kontrol grubu hariç tüm gruplarda, K tipi el eğesi kullanılarak çalışma boyunca 15 numaralı eğeye kadar genişletme yapıldı. Sonrasında her grupta üretici firmanın belirlediği tork ve hızda, yine üretici firmanın belirlediği sıralamaya göre şekillendirme işlemi yapıldı. Çalışmada genişletme işlemleri sırasında, endodontik motor olarak X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanıldı (Resim-11). Preparasyon işlemi, iki örneğe bir eğe seti gelecek şekilde yapıldı. İşlem sırasında, tüm gruplarda standardizasyon sağlamak amacıyla, her eğe değişiminden sonra irrigasyon yapıldı. Bir dişte toplam 12 ml olacak şekilde %2,5'luk NaOCl solüsyonu ile kanallar irriye edilerek, debrisler uzaklaştırıldı. Preparasyon işlemi tamamlandıktan sonra, örneklere 5 ml %17'lik EDTA 1 dakikalık süre ile uygulandı. Ardından distile su ile son yıkama işlemi yapıldı.



Resim-11: Çalışmada ProTaper Universal, ProTaper Next, Reciproc sistemleri ile preprasyon yapılması için kullanılan endodontik motor

Grup 1. Kontrol Grubu (n=20)

Kontrol grubundaki dişlere herhangi bir işlem uygulanmadı.

Grup 2. K tipi el eğesi (n=20)

Örnekler MAF 25 olacak şekilde step-back tekniği ile genişletildi. 10, 15, 20, 25 numaralı K tipi eğe ile çalışma boyunda genişletme yapıldıktan sonra, 30, 35, 40 numaralı eğeler yardımıyla, her seferinde çalışma boyundan 1'er mm kısa olacak şekilde genişletme işlemi tamamlandı. Aralarda MAF ile tekrar çalışma boyuna gidilerek basamak oluşumu ve kök kanalının tıkanmasını engellemek amacıyla, rekapitülasyon yapıldı.

Grup 3. ProTaper Universal Ni-Ti döner eğe sistemi (n=20)

Bu gruptaki örneklerde, ProTaper serisi (SX, S1, S2, F1, F2) 300 rpm hızda kullanılarak genişletme yapıldı (Resim-12). Öncelikle SX ile koronal 3-4 mm’de genişletme yapıldı. 10, 15 numaralı K tipi eğelerin kanal içerisinde sıkıştığı yere kadar şekillendirme yapıldı. S1 ve S2 eğeleri ile kök kanalı bu bölgeye kadar genişletildi. Daha sonra 15 numaralı eğe ile çalışma boyuna kadar ilerlendi. Tekrar S1, S2 eğeleri kullanılarak bu sefer çalışma boyunda preparasyon yapıldı. Son olarak F1, F2 bitirme eğeleri ile kanala son şekli verildi.



Resim-12: Çalışmada kullanılan ProTaper Universal sistemi

Grup 4. ProTaper Next Ni-Ti döner eğe sistemi (n=20)

Bu gruptaki örneklerde, ProTaper Next serisi (X1, X2) ile 300 rpm hızda kullanılarak genişletme yapıldı (Resim-13). 10, 15 numaralı K tipi eğeler çalışma boyunda kullanılarak, kanalda giriş yolu oluşturuldu. X1 ProTaper Next eğesi ile genişletme yapıldı. Her 1-2 mm ilerlemeden sonra, kanalın debris ile tıkanmasını engellemek amacıyla, 10 numaralı eğe ile çalışma boyuna gidildi. Son olarak X2 ProTaper Next eğesi ile kanal şekillendirme işlemi sonlandırıldı.



Resim-13: Çalışmada kullanılan ProTaper Next sistemi

Grup 5. Reciproc Ni-Ti döner eğe sistemi (n=20)

Bu grupta R25 ile endodontik motorda önceden kayıtlı olan ‘Reciproc’ modu kullanılarak genişletme yapıldı (Resim-14). R25 ile preparasyon yaparken, öncelikle kanalın üçte ikilik kısmına kadar ilerlenecek şekilde genişletildi. Bu işlem sırasında herhangi bir şekilde basınç uygulanmadı. Daha sonra 10 numaralı K tipi eğesi ile kanalın tıkanmasını engellemek için çalışma boyuna gidildi. R25 ile basınçla karşılaşılan her durumda eğeyi kanaldan çıkararak çalışma boyuna ulaşıncaya kadar şekillendirme işlemine devam edildi.



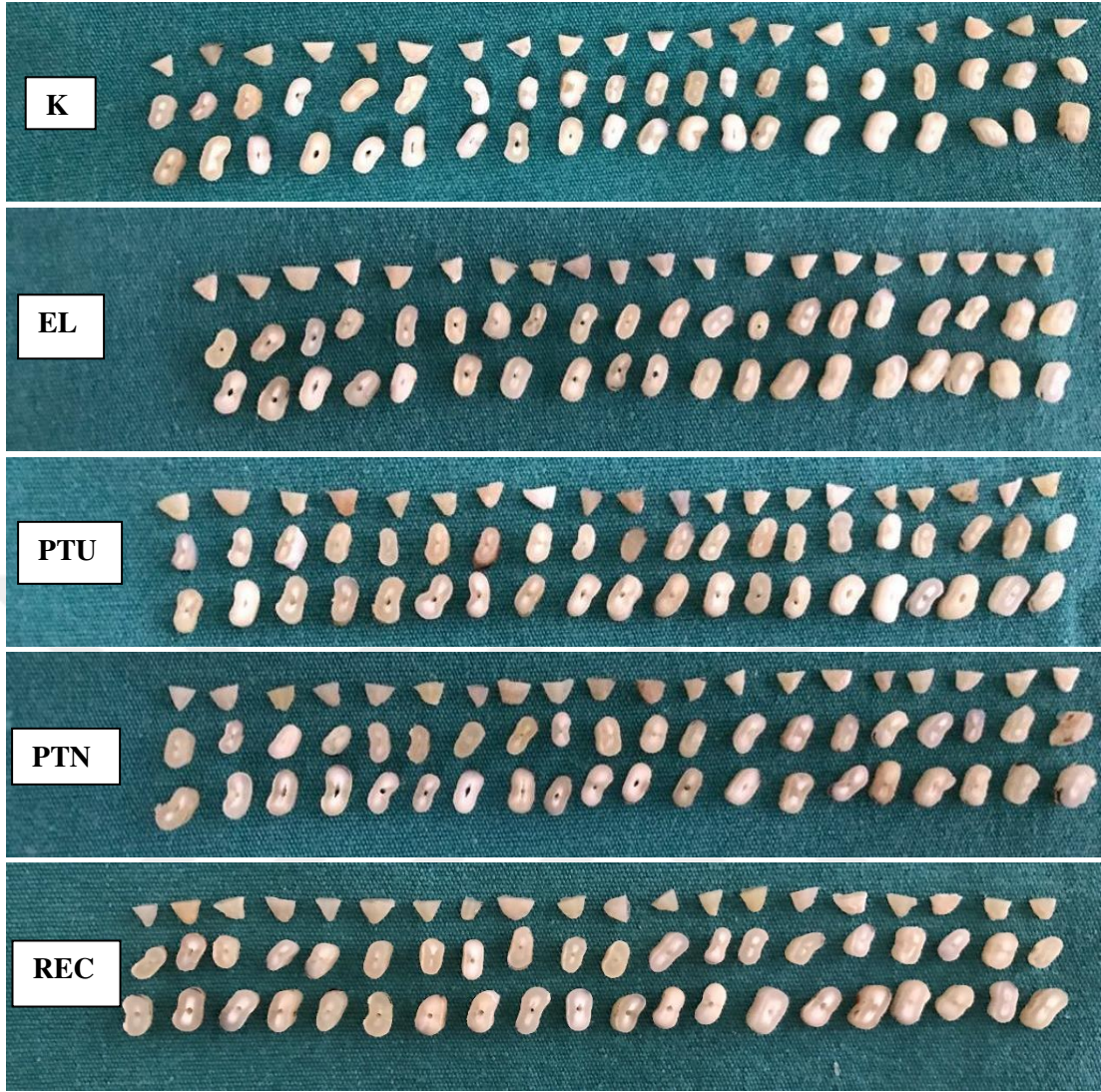
Resim-14: Çalışmada kullanılan Reciproc sistemi

3.4. Örneklerden Kesit Alınması (n=100)

Çalışmadaki tüm örneklerden, kron kısımlarından sıkıştırılarak düşük hızlı testere (Minitom, Struer, Danimarka) ile su soğutması altında horizontal doğrultuda, apikalden başlayarak 3, 6, 9 mm mesafelerde kesitler alındı (Resim-15, Resim-16). Bu kesitlerden 3 mm olanı apikal üçlü, 6 mm olanı orta üçlü, 9 mm olanı ise koronal üçlü olarak adlandırıldı.



Resim-15: Çalışmada kullanılan Minitom Hassas Kesme Cihazı



Resim-16: 3, 6, 9 mm'lerden alınan kesitlerin görüntüsü (K: Kontrol, El: El Egesi, PTU: ProTaper Universal, PTN: ProTaper Next, REC: Reciproc)

3.5. Örneklerin İncelenmesi

Elde edilen örnekler, lam üzerinde adeziv yapıştırıcı ile bir noktada sabitlendi. Sabitlenen kesitler, x40 büyütmede Leica Stereomikroskop (Leica Imaging Systems Ltd, Cambridge, İngiltere) ile incelendi ve stereomikroskopun yazılımı tarafından desteklenen dijital kamera (Olympus x-835, Olympus Co. Ltd, Tokyo, Japonya) ile fotoğrafları alındı (Resim-17). Kesitler üzerindeki mikro çatlak varlığı/yokluğu, iki tarafsız gözlemci tarafından skorlama yapılarak değerlendirildi. Örneklerin skorlaması

Monga ve ark.'nın yaptığı skorlama örnek alınarak yapıldı (105). Bu çalışmadaki örneklerde çizgisel çatlak gözlenmediği için bu bulgu skorlamaya dahil edilmedi.

Skor 1-Mikro çatlak yok: Kök kanal boşluğundan dentin-sement sınırına veya tam tersi dentin-sement sınırından kök kanal boşluğuna kadar olan alanda, mikro çatlak olmaması

Skor 2-Tamamlanmamış mikro çatlak: Dentin-sement sınırından kök kanal boşluğuna doğru veya tam tersi yönde oluşan mikro çatlağın tamamlanmaması

Skor 3-Vertikal kök fraktürü: Kök kanal boşluğundan dentin-sement sınırına kadar kesintisiz bir şekilde mikro çatlak olması



Resim-17: Çalışmada kullanılan stereomikroskop

3.6. İstatistiksel Analiz

İki farklı gözlemci tarafından skorlanan kesitlerin bulguları, Dicle Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda değerlendirildi. Elde edilen bulguların değerlendirilmesinde SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versiyon 21)

programı kullanıldı. Veriler nitel türde olduğundan ve Kolmogorov-Smirnov testine göre normal dağılış göstermediğinden, grupların karşılaştırılmasında nonparametrik testlerden Kruskal Wallis varyans analizi yöntemi uygulandı. Grupların kendi aralarında ikişerli karşılaştırmalarında, çoklu karşılaştırma testlerinden Bonferroni düzeltilmeli Mann-Whitney U testi ile karşılaştırma yapıldı. Kategorik yapıda olan verilere Ki-kare testi uygulandı. Sonuçlar %95 güven aralığında değerlendirildi ($p=0,05$).



4. BULGULAR

4.1. Stereomikroskop Bulguları

Kök kanal şekillendirmesi tamamlandıktan sonra kesitler alınarak stereomikroskopta incelenen örneklerden elde edilen mikro çatlak sayısı ve bu mikro çatlakların gruplara göre dağılımı Tablo-1 de verilmiştir.

Tablo-1: Apikal, orta, koronal üçlüdeki defekt varlığının gruplara göre değerlendirilmesi

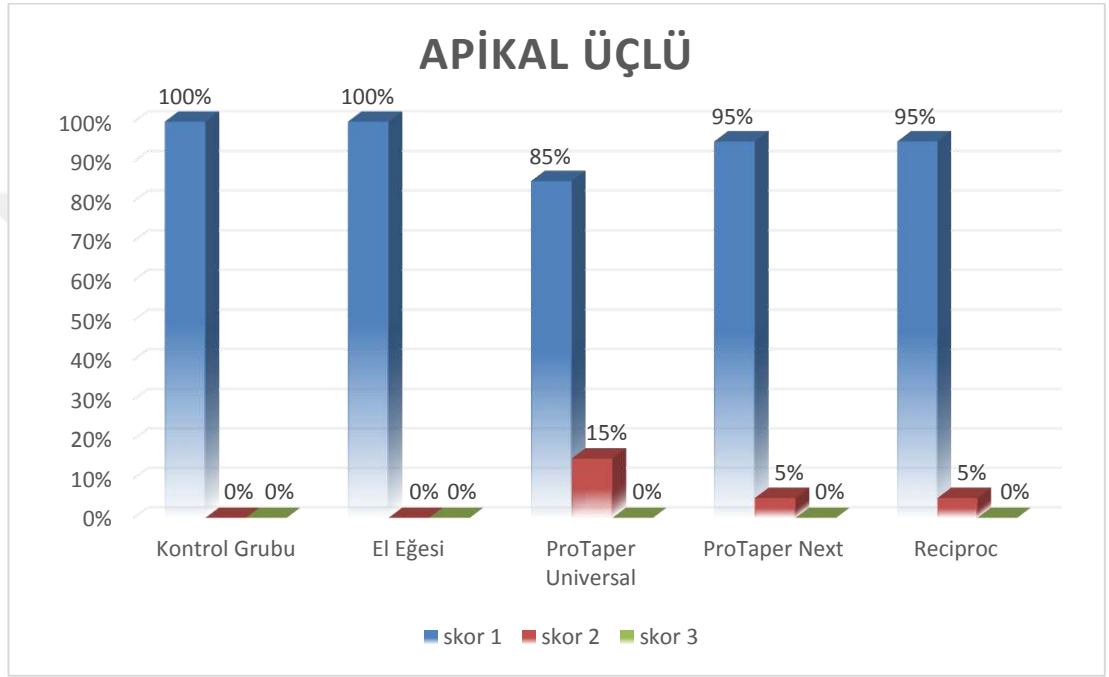
Defekt sayısı	Kontrol Grubu	El Eğesi	ProTaper Universal	ProTaper Next	Reciproc	Toplam
<i>Apikal Üçlü</i>						
<i>Skor 1</i>	20	20	17	19	19	95
<i>Skor 2</i>	0	0	3	1	1	5
<i>Skor 3</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Orta Üçlü</i>						
<i>Skor 1</i>	20	20	16	19	18	93
<i>Skor 2</i>	0	0	4	1	2	7
<i>Skor 3</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Koronal Üçlü</i>						
<i>Skor 1</i>	20	20	15	18	16	89
<i>Skor 2</i>	0	0	4	2	3	9
<i>Skor 3</i>	0	0	1	0	1	2
<i>Toplam</i>	60	60	60	60	60	300

4.1.1. Kesit Seviyesine Göre Bulgular

4.1.1.1. Apikal Üçlü (3 mm) Seviyesindeki Bulgular

Bu seviyede yapılan değerlendirmeler sonucunda kontrol grubu ve el eğesinin kullanıldığı grupta herhangi bir mikro çatlak oluşumuna rastlanmazken (Resim-18, Resim-19), diğer gruplarda tamamlanmamış mikro çatlak oluşumuna rastlandı. Apikal

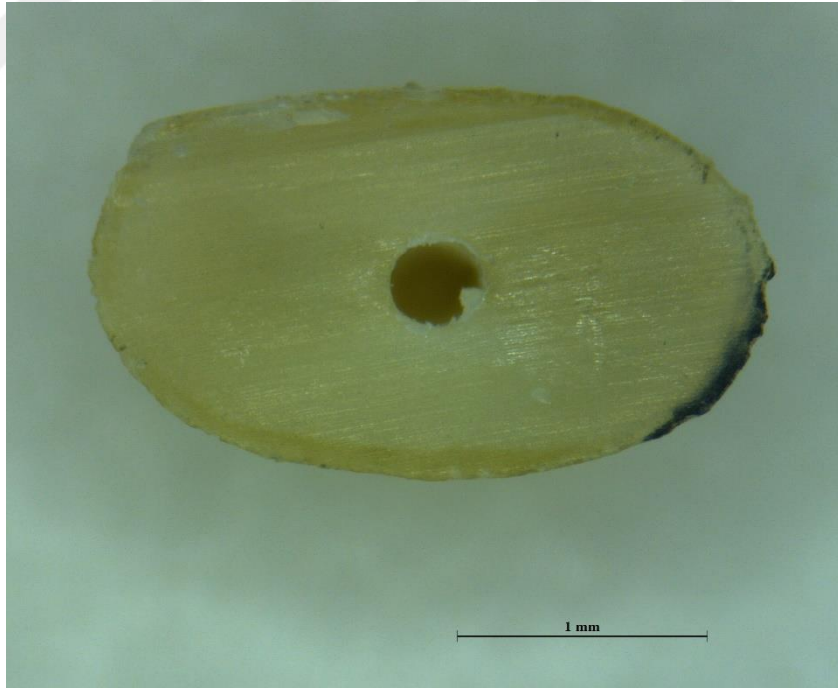
kesit seviyesinde vertikal kök fraktürü bulunmadı. ProTaper Universal eğe sisteminin kullanıldığı grupta 3 adet tamamlanmamış mikro çatlak gözlenirken, ProTaper Next ve Reciproc eğe sisteminin kullanıldığı grupta 1 adet tamamlanmamış mikro çatlak bulundu (Resim-20). Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$). Apikal üçlü seviyesindeki bulgular Grafik-1’de verilmiştir.



Grafik-1: Apikal üçlü seviyesindeki veriler



Resim-18: Kontrol grubunun apikal seviyesine ait mikro çatlağın bulunmadığı görüntü (x40 büyütme)



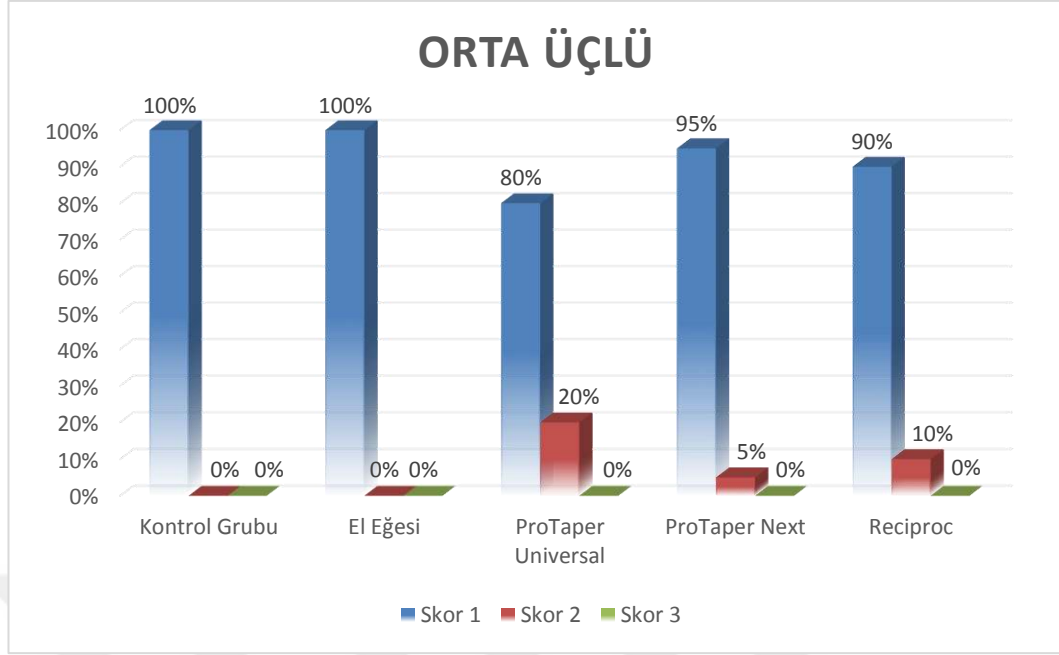
Resim-19: El eğesiyle genişletme yapılan grubun apikal seviyesine ait mikro çatlağın bulunmadığı görüntü (x40 büyütme)



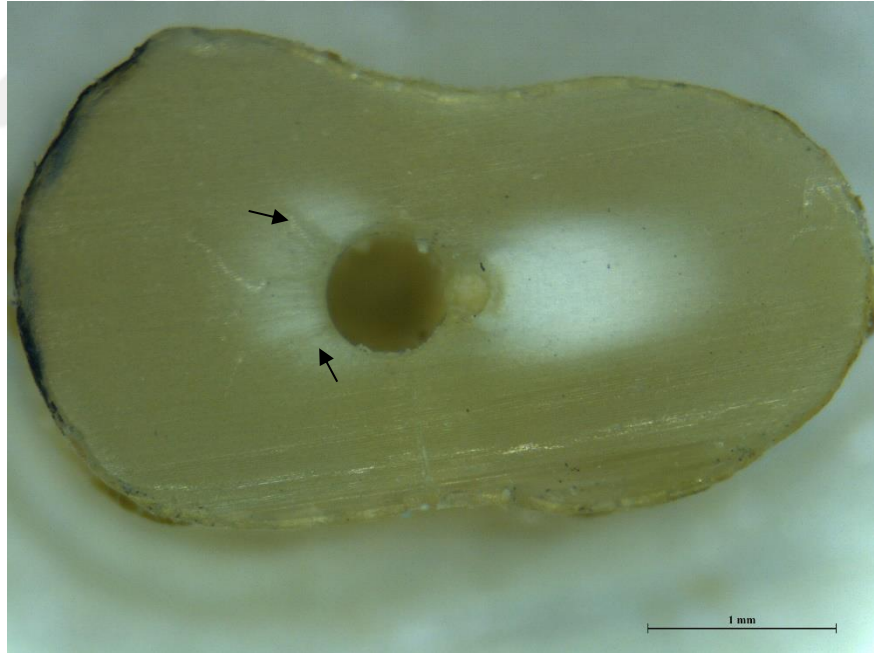
Resim-20: ProTaper Universal ile genişletme yapılan grubun apikal seviyesine ait tamamlanmamış mikro çatlak görüntüsü (x40 büyütme)

4.1.1.2. Orta Üçlü (6mm) Seviyesindeki Bulgular

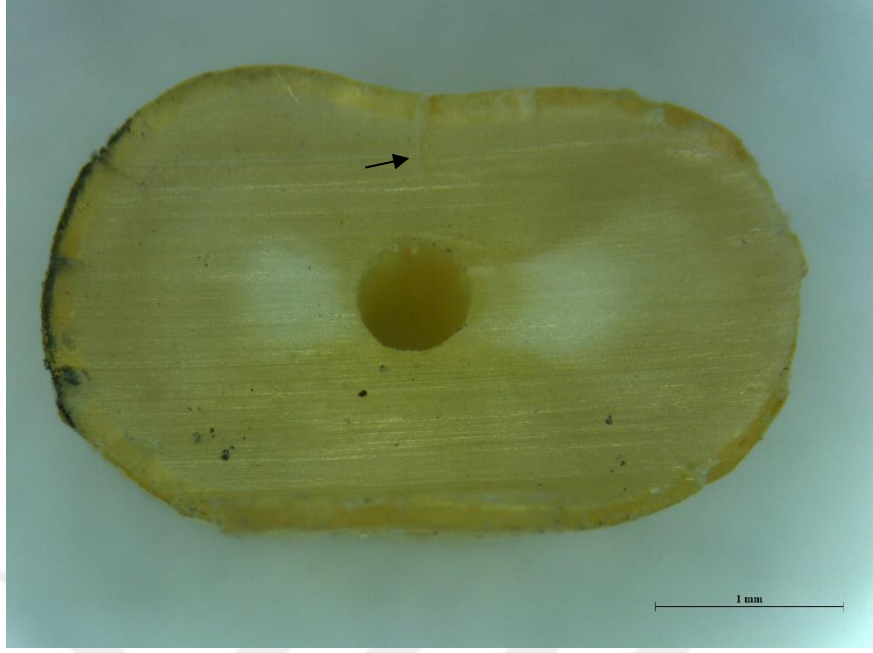
Orta üçlü seviyesinde, apikal üçlüde olduğu gibi kontrol grubu ve el eğesinin kullanıldığı grupta mikro çatlak oluşumu gözlenmezken, diğer gruplarda tamamlanmamış mikro çatlak bulundu (Resim-21–23). 6 mm’de hiçbir örnekte vertikal kök fraktürü izlenmedi. Gruplardaki tamamlanmamış mikro çatlak sayısı sırasıyla ProTaper Universal eğe sisteminin kullanıldığı grupta 4, Reciproc eğe sisteminin kullanıldığı grupta 2 ve ProTaper Next eğe sisteminin kullanıldığı grupta ise 1 olarak gözlemlendi. Gruplar arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). Orta üçlü seviyesindeki bulgular Grafik-2’de verilmiştir.



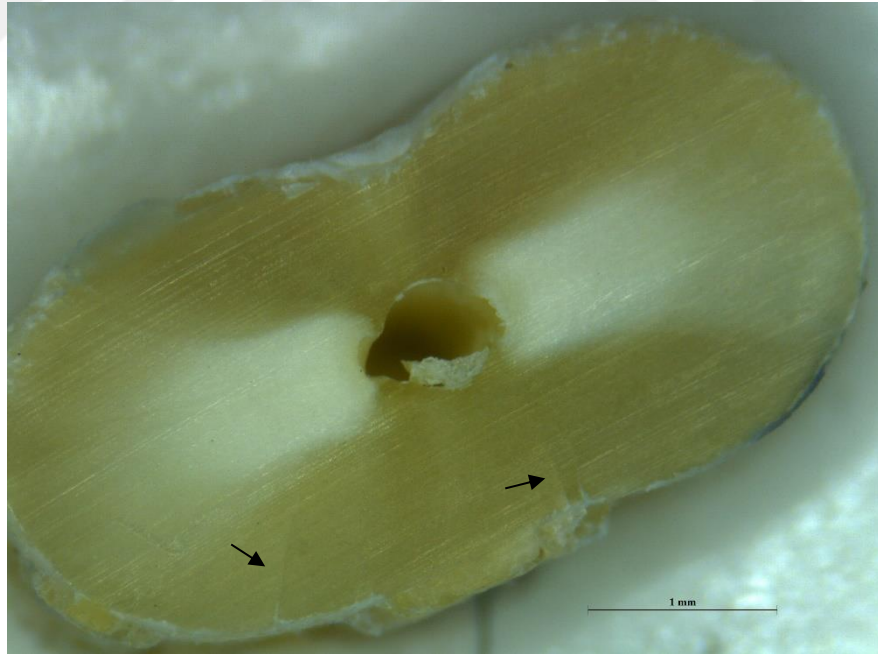
Grafik-2: Orta üçlü seviyesindeki veriler



Resim-21: ProTaper Universal ile genişletme yapılan grubun orta üçlü seviyesine ait tamamlanmamış mikro çatlak görüntüsü (x40 büyütme)



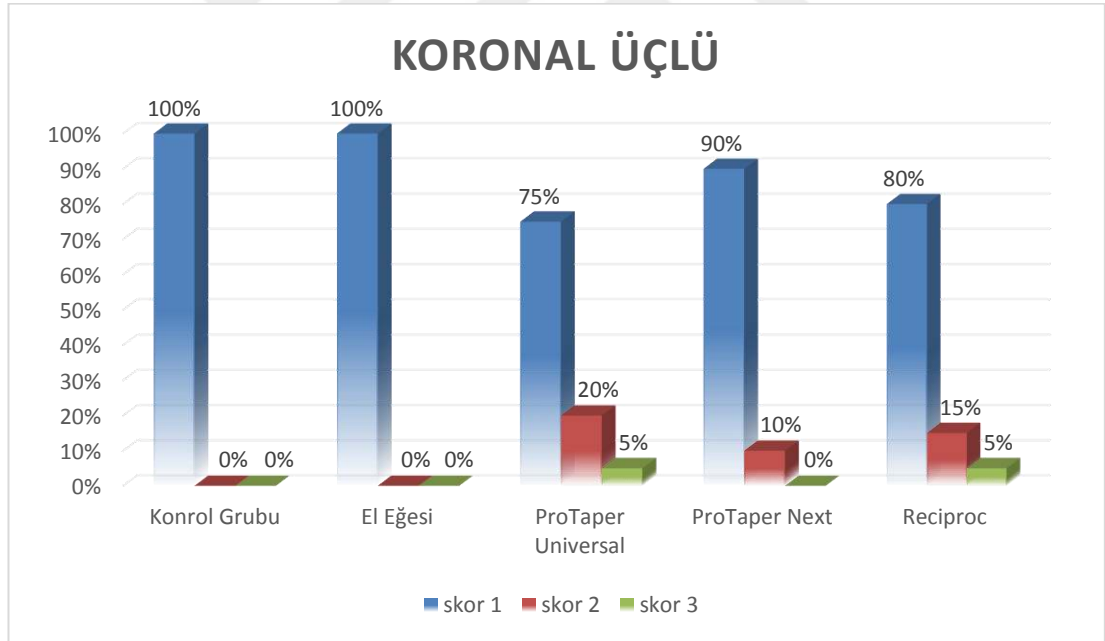
Resim-22: Reciproc ile genişletme yapılan grubun orta üçlü seviyesine ait tamamlanmamış mikro çatlak görüntüsü (x40 büyütme)



Resim-23: ProTaper Next ile genişletme yapılan grubun orta üçlü seviyesine ait tamamlanmamış mikro çatlak görüntüsü (x40 büyütme)

4.1.1.3. Koronal Üçlü (9 mm) Seviyesindeki Bulgular

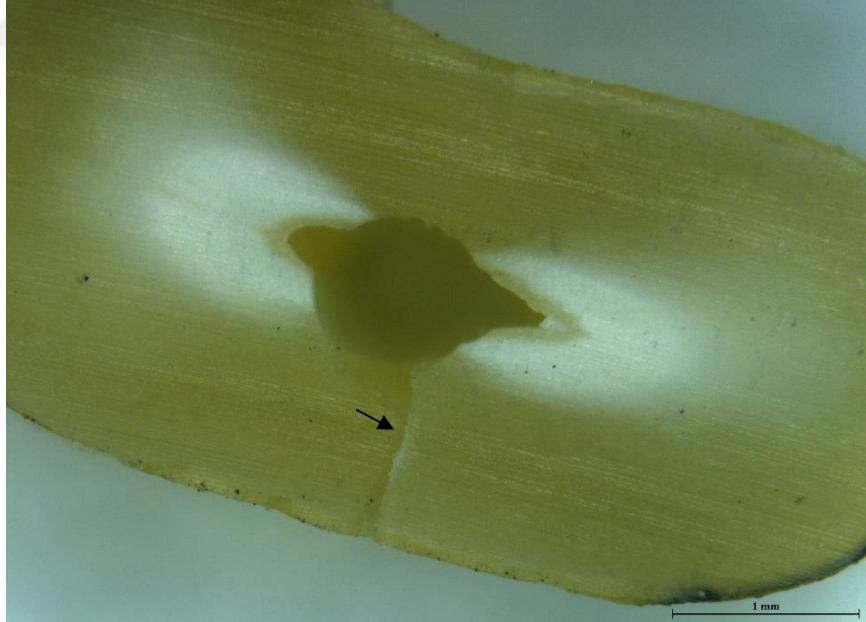
Bu seviyede kontrol grubu ve el eğelerinin kullanıldığı grupta herhangi bir mikro çatlak oluşumuna rastlanmazken, diğer gruplarda mikro çatlak oluşumuna rastlandı. Apikal ve orta üçlü seviyesinde olduğu gibi koronal üçlü seviyesinde de en fazla defekt oluşumu ProTaper Universal eğelerinin kullanıldığı grupta (5 defekt) bulundu. 9 mm seviyesinden alınan kesitlerde, 3 mm ve 6 mm seviyelerindekinden farklı olarak 2 adet vertikal kök fraktürü bulundu. Vertikal kök fraktürlerinin bir tanesi ProTaper Universal, diğeri Reciproc eğelerinin kullanıldığı grupta bulundu (Resim-24, Resim-25). Koronal üçlü seviyesindeki mikro çatlak oluşum miktarı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). En az defekt oluşumu ise ProTaper Next eğelerinin kullanıldığı grupta (2 defekt) bulundu (Resim-26). Grupların ikişerli çoklu karşılaştırmalarında, Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testi kullanıldı. Test sonuçlarına göre herhangi iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Koronal üçlü seviyesindeki bulgular Grafik-3'te verilmiştir.



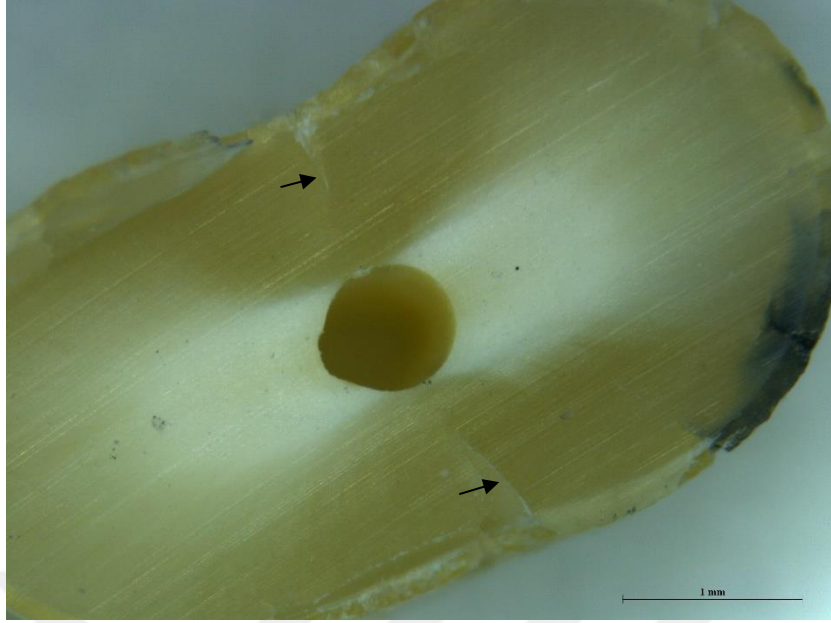
Grafik-3: Koronal üçlü seviyesindeki veriler



Resim-24: Reciproc ile genişletme yapılan grubun koronal üçlü seviyesine ait vertikal kök fraktürü görüntüsü (x40 büyütme)



Resim-25: ProTaper Universal ile genişletme yapılan grubun koronal üçlü seviyesine ait vertikal kök fraktürü görüntüsü (x40 büyütme)



Resim-26: ProTaper Next ile genişletme yapılan grubun koronal üçlü seviyesine ait tamamlanmamış mikro çatlak görüntüsü (x40 büyütme)

4.1.2. Kesit Seviyeleri Göz Önüne Alınmadan Tüm Grupların Mikro Çatlak Varlığı Açısından Değerlendirilmesi

Kesit seviyeleri göz önüne alınmadan gruplar mikro çatlak varlığı/yokluğu açısından incelendiğinde elde edilen veriler Tablo-2’de verilmiştir. Buna göre kontrol grubu ve el eğelerinin kullanıldığı grupta mikro çatlak varlığına rastlanmadı. En fazla mikro çatlak ProTaper Universal eğelerinin kullanıldığı grupta (12 defekt) bulundu. ProTaper Universal eğelerinin kullanıldığı grubu, Reciproc eğelerinin kullanıldığı grup (7 defekt) takip etti. Döner ege sistemleri arasında en az mikro çatlaka ise, ProTaper Next eğelerinin kullanıldığı grupta (4 defekt) rastlandı.

Tablo-2: Kesit seviyeleri gözönüne alınmadan gruplarda meydana gelen mikro çatlak varlığı/yokluğu

<i>Gruplar</i>	<i>Mikro Çatlak Yok</i>	<i>Mikro Çatlak Var</i>	<i>Toplam</i>
<i>Kontrol</i>	60 (%100)	0 (%0)	60 (%100)
<i>El Eğesi</i>	60 (%100)	0 (%0)	60 (%100)
<i>ProTaper Universal</i>	48 (%80)	12 (%20)	60 (%100)
<i>ProTaper Next</i>	56 (%93,3)	4 (%6,7)	60 (%100)
<i>Reciproc</i>	53 (%88,3)	7 (%11,7)	60 (%100)
<i>Toplam</i>	277 (%92,3)	23 (%7,7)	300 (%100)

Tüm grupların karşılaştırılmasında kullanılan Ki-kare testi sonuçlarına göre mikro çatlak varlığı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). ProTaper Universal eğelerinin kullanıldığı grubun, diğer gruplara göre mikro çatlak varlığı açısından daha yüksek değere sahip olduğu tespit edildi. ProTaper Universal'in dışında kalan gruplar arasında tekrar değerlendirme yapıldığında ise sırayla Reciproc ve ProTaper Next döner ege sistemlerinin kullanıldığı gruplarda istatistiksel olarak anlamlılık bulundu ($p<0,05$). Bu sonuçlara göre, döner ege sistemleri arasında mikro çatlak oluşumu bakımından elde ettiğimiz sıralama büyükten küçüğe doğru ProTaper Universal, Reciproc, ProTaper Next şeklindedir. Kontrol grubu ve el eğesi ile preparasyon yapılan grup verilerinde ise mikro çatlak varlığı açısından istatistiksel olarak karşılaştırıldığında anlamlılık bulunamamıştır ($p>0,005$). Mikro çatlak varlığı açısından grupların ikişerli karşılaştırılmasının yapıldığı Bonferroni düzeltmeli Mann-

Whitney U testine göre, sadece ProTaper Universal-kontrol grubu ve ProTaper Universal-el eğesi grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$).

4.1.3. Gruplar Gözardı Edilerek Tüm Kesit Seviyelerinin Değerlendirilmesi

Deney grupları gözardı edildiğinde en az mikro çatlak varlığı toplam 5 adet ile 3 mm kesit seviyesinde, ardından 7 adet ile 6 mm kesit seviyesinde bulunurken, en fazla mikro çatlak varlığı ise 11 adet ile 9 mm kesit seviyesinde gözlemlendi. Vertikal kök fraktürü sadece 9 mm kesit seviyesinde tespit edildi.

Ki-kare testi sonucu yapılan değerlendirmeye göre mikro çatlak varlığı açısından gruplar arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$).



5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisi işlem basamaklarının tamamı endodontik başarı değerlendirmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu basamaklardan biri de kök kanallarının şekillendirilmesi işlemidir (106). Endodontik tedavide, son yıllarda şekillendirme yapılırken sıkça kullanılmaya başlanılan döner eğeler, tedavi süresinin kısaltılması, kök kanal preparasyonun etkinliğinin ve doğruluğunun artırılması amacıyla geliştirilmiştir. Günümüzde birçok farklı Ni-Ti döner ege sistemi piyasada bulunmaktadır (107).

Kök kanal şekillendirilmesi esnasında transportasyon, perforasyon, alet kırılması gibi komplikasyonlarla karşılaşılabilir (108). Mikro çatlak oluşumu da şekillendirme işlemi esnasında meydana gelebilecek komplikasyonlar arasındadır (109). Ni-Ti döner ege sistemleri ile yapılan kök kanal preparasyonları kök dentininde mikro çatlak veya kırık oluşumuna neden olabilecek boyutlarda stres yaratabilirler. Bu çalışmada farklı döner ege sistemleri kullanılarak yapılan şekillendirme işlemi esnasında dentinde meydana gelebilecek mikro çatlakların incelenmesi hedeflenmiştir.

In-vitro koşullar, klinik şartlara kıyasla dişin doğal yapısının oluşturulmasını tam olarak sağlayamaz (110). Laboratuvar ortamında klinik durum taklit edilmeye çalışılmasına rağmen dış etkenlerin sonuca etkisini ortadan kaldırmak mümkün değildir (111). Periodontal ligament dişin üzerine gelen stresleri absorbe edici özelliğe sahiptir. Periodontal ligamentin taklit edilmediği çalışmalar olduğu gibi (111) tam tersi dişin doğal yapısına en yakın ortamı sağlayabilmek için periodontal ligamentin taklit edilmeye çalışıldığı birçok çalışma da mevcuttur (106, 112). Bu çalışmalarda kemik ve periodontal ligamenti taklit edebilmek amacıyla akrilik bloklar ve silikon ölçü malzemeleri kullanılmıştır. Çapar ve ark. yaptıkları çalışmada, dişleri akriliğin içerisine gömmeden önce alüminyum folyo ile sarmış ve daha sonra alüminyum folyonun oluşturduğu boşluğu light body silikon ölçü maddesi ile doldurarak aynı şekilde periodontal ligamenti taklit etmeye çalışmışlardır (113). Bu çalışmada da benzer metodoloji kullanılmıştır. Dişin akrilik bloklara gömülmesi daha fazla stabilizasyon oluşmasına yardımcı olarak dış kuvvetlere karşı daha dirençli olmasını sağlarken, silikon ölçü materyali de stres dağılımının taklit edilmesine yardımcı olmuştur. Çalışmamızda kullandığımız bu düzenek preparasyon ve irrigasyon

işlemlerinin rahatlıkla yapılmasına olanak sağlaması ve çalışmanın herhangi bir aşamasında örneklerin zarar görmemesi bakımından kullanılıydı.

Diş çekimi sırasında, dişin üzerinde çatlak alanlar oluşabilir. Bu durumun çalışmamızı etkilemesini engellemek amacıyla çalışmaya dahil edilecek olan dişler öncelikle stereomikroskop altında x12 büyütmede incelendi ve üzerinde defekt bulunan dişler ayrıldı. Çalışmada bir tanesi kontrol grubu olacak şekilde 5 grup oluşturuldu ve her gruptaki örnek sayısı eşit tutuldu. Çalışma öncesinde tüm örnekler aynı saklama koşullarına tabi tutuldu, stereomikroskopta incelenerek dahil edilecek dişler belirlendi ve örnekler rastgele gruplara ayrıldı. Bu sebeple gruplar arasında çalışmanın sonucunu etkileyecek bir farklılık oluşmadığını düşünmekteyiz.

Kök kanal morfolojileri dentin üzerinde mikro çatlak oluşumuna etki eden faktörler arasındadır (8). Geniş bukkolingual, dar meziodistal kanala sahip dişlerde vertikal kök fraktürü daha sık meydana gelir (114). Lertchirakarn ve ark. sonlu elemanlar analizini kullanarak yaptıkları çalışmada, stres konsantrasyonlarının en yüksek oranda oval köklerde ortaya çıktığını ve bukkolingual yönde proksimal dentin kalınlığı azaldığı için daha büyük makaslama stresleri oluştuğunu gözlemlemişlerdir (115). Bu çalışmada mandibular keser dişler kullanılmıştır. Bu dişler, oval şekilli kök yapısı ve meziodistal yönde ince dentin duvarlarına sahip oldukları için vertikal kök fraktürü oluşumuna daha yatkındırlar. Bu yüzden elde edilecek bulguların, eğelerin klinik kullanımları açısından daha doğru yönlendirme yapacağı düşünülmüştür.

Kök kanal şekillendirmesi için çalışma boyunun belirlenmesi, genişletmenin apikal foramenin neresinde bitirileceği mikro çatlak oluşumunu etkilemesi açısından tartışmalı bir konudur. Adorno ve ark.'nın farklı döner ege sistemlerini farklı çalışma boylarında kullanarak apikal bölgede oluşan mikro çatlakları incelediği çalışmada, apikal forameniden 1 mm geride çalışılarak yapılan genişletme sonucunda apikal bölgede daha az defekt oluşurken, apikal foramen seviyesinde veya 1 mm daha taşkın olacak şekilde preparasyon yapıldığında ise 2 kat daha fazla defekt oluştuğu sonucuna ulaşmışlardır (116). Yine aynı araştırmacının yaptığı başka bir çalışmada apikal foramen veya apikal foramenin 1 mm ilerisinde şekillendirme yapıldığında NaOCl'nin apeksin dışına taşıdığı ve bu durumun mikro çatlak oluşma ihtimalini arttırdığı sonucuna varmışlardır (117). Liu ve ark.'nın yaptıkları çalışma sonucunda, çalışma

boyunun foramen apikaleden 1 mm geride belirlenerek genişletme yapılan grupta daha düşük oranda defekt oluşumuna rastlanmıştır (118). Bu çalışmada, mikro çatlak ile ilgili yapılan çalışmalar ve ideal kök kanal tedavisinde çalışma boyunun apikal foramenden 0,5-1 mm geride olması gerektiği göz önünde bulundurularak çalışma boyu, apikal foramenden 1 mm geride olacak şekilde belirlendi.

Kök kanal genişletmesi esnasında irrigasyon solüsyonu olarak kullanılan NaOCl, dentinin organik yapısını bozarak dişin mekanik özelliklerine etki etmektedir (53). Özellikle yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığında dentinin esneklik yeteneğini azaltmaktadır. Zaparolli ve ark.'nın NaOCl ve EDTA'nın dentinin yapısına olan etkisini inceledikleri çalışmada, bu ajanların dentinin mikrosertliğini azalttığı ve distile suyun mikrosertliğe herhangi bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır (119). Kullanılan NaOCl'nin konstantrasyonu azaltıldıkça bu etkileri de azalmaktadır (6). Mevcut çalışmada konsantrasyonu nispeten düşük olan, kliniklerde sıklıkla uygulanan %2,5'luk NaOCl ve %17'lik EDTA tercih edilmiştir.

Preparasyon işleminde kritik bölgeyi dişin apikal kısmı oluşturur. İdeal apikal şekillendirme eğesi her dişte farklı olabilir. Küçük ISO numaralı eğeler, dentin yapısını daha çok koruyarak şekillendirme yapılmasını sağlarken; büyük ISO numaralı eğeler, enfekte dentini kök kanalından uzaklaştırmada daha etkilidirler (120, 121). Mandibular keser dişler dar kök kanallarına sahiplerdir. Bu dişlerde yapılan genişletme işleminde büyük boy eğeler kullanıldığında, preparasyon sonucunda daha fazla mikro çatlak meydana gelebilir (122). Bu nedenle çalışmamızda tüm gruplarda, çalışma boyunda yapılan son genişletmede 25 numaradan daha büyük uç çaplı enstrümanlar kullanılmayacak şekilde genişletme yapıldı. Mandibular keser dişlerin kullanıldığı benzer çalışmalarda da aynı yöntem uygulanmıştır (112, 123).

Çalışmamızda örneklerden kesit alınması, Minitom hassas kesme cihazı ile düşük hızda su soğutması altında yapıldı. Kesit alınması işleminin, dişin doğal yapısını bozan ve mikro çatlak oluşumuna neden olabilecek bir işlem olması yadsınamaz bir gerçektir. Daha önce yapılan çalışmalarda, üzerinde herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubundan kesit alınması işlemi sonrasında mikro çatlak oluşumu rapor edilmemiştir (7, 116, 124, 125). Bu tez çalışmasında da kontrol grubunda defekt varlığına rastlanmamıştır.

Birçok araştırmacı mikro çatlak oluşumunu değerlendirmek için yaptıkları çalışmalarda kesit alma işlemi için Isomet cihazını kullanmışlardır (10, 126). Li ve ark., Üstün ve ark. ise kesit alma işlemi için Minitom hassas kesme cihazını kullanmışlardır (124, 127). Bu çalışmada da Minitom hassas kesme cihazı tercih edildi.

Kesit alınmadan mikro çatlak oluşumunun incelenebileceği başka yöntemler de mevcuttur. Matsushita ve ark. yaptıkları çalışmada dentinde mikro çatlak oluşumunu gözlemek için kızılötesi (infrared) termografi yöntemini kullanmışlardır. Bu teknikte, çatlak genişliği 42 mikrometreyi geçtiği zaman çatlak yüzeyi ile temasın azalması ve sürtünme sıcaklığının yeterli düzeyde oluşturulamaması nedeniyle yöntemin eksik kalan kısımları vardır (128). Shemesh ve ark. optik koherens tomografinin vertikal kök kırığını görüntüleme yeteneğini incelemişlerdir (129). Optik koherens tomografinin vertikal kök fraktürlerini değerlendirmek için güçlü bir araç olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca kök boyunca spesifik lokasyonunu tespit etme potansiyeline sahip oldukları sonucuna varmışlardır. Optik koherens tomografi, kök kanallarını ve kök dentinlerini tahribatsız bir şekilde görüntülemenin güvenilir bir yöntemidir (3).

Son dönemlerde kullanılan mikro-CT yöntemi, kesit alınma işlemi sonucunda dişin üzerinde oluşabilecek mikro çatlakların çalışmanın sonucunu etkilemesini engellemek için etkili olan yöntemlerden birtanesidir. De-Deus ve ark. farklı ege sistemlerinin dentin üzerinde defekt oluşumuna etkisini incelemek için mikro-CT kullanmışlardır (130, 131). Bunun yanında X ışını ve bilgisayarlı tomografik görüntülemenin kullanılmasının, X-ray doza ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişen miktarda ısı ürettiği bildirilmiştir. Yüksek çözünürlüklü mikro-CT taramalarının kullanımı sonucunda artan sıcaklığın, örneklerin dehidratasyonunu ve dolayısıyla mevcut mikro çatlak araştırmasının sonucunu etkileyebileceği, hali hazırda mevcut olan çatlakların büyümesine neden olabileceği fikrini ortaya atan araştırmacılar vardır. Fakat bu bilginin doğruluğunun yapılacak yeni araştırmalar ile desteklenmesi gerekmektedir (123). Stereomikroskop ile yapılan incelemelerde ise görüntü sadece optik dalga boyu ve büyütme ile sınırlıdır.

Örneklerden kesit alınma işleminden sonra stereomikroskop ile değerlendirilmesi aşamasında farklı büyütme ile değerlendirmeler yapılmıştır. Bazı

araştırmacılar x10, x25'lik büyütmelelerde değerlendirmelerini yaparken (112, 126, 132), bazıları ise x40'lık büyütme kullanmışlardır (100, 106). Çalışmamızda da preparasyon sonrası oluşacak mikro çatlakların en iyi şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla, x40 büyütme ile görüntüler değerlendirilip fotoğrafları alınmıştır.

Dentin defektlerinin skorlamasını yapmak amacıyla literatürde birçok farklı sınıflandırma şekli kullanılmıştır. Sınıflandırmayı yapmak için vertikal kırık, tamamlanmış mikro çatlaklar, tamamlanmamış mikro çatlaklar, çizgisel çatlaklar, primer kırık, sekonder kırık, vertikal kök fraktürü vb. terimler kullanılmaktadır. Kimi araştırmacılar sadece defekt var, defekt yok şeklinde skorlama yaparken (106, 112), kimileri daha ayrıntılı bir sınıflandırma yapma yoluna gitmişlerdir (100, 105, 110). Bu çalışmada sağlıklı bir istatistik oluşturabilmek amacıyla; mikro çatlak yok, tamamlanmamış mikro çatlak, vertikal kök fraktürü şeklinde üçlü skorlama kullanılmıştır. Çalışmamız Monga ve ark.'nın çalışmalarında uyguladığı skorlama yöntemiyle benzer şekilde yapılmıştır (105).

Vertikal kök fraktürü, kök kanal tedavisi boyunca endişe edilen ciddi bir klinik problemdir ve uzun dönemde dişin ağızda tutulma süresini etkileyerek çoğu zaman çekimle sonuçlanır. Fraktür, mekanik preparasyon sırasında meydana gelen streslerden kaynaklanabilir (133). Preparasyon işlemi, kök yapısını zayıflatarak dentin üzerinde mikro çatlak oluşma ihtimalini arttırabilir (7). Yapılan çalışmalar preparasyon sırasında kaldırılan dentinin, post boşluğu hazırlanmasının, kök kanal dolumu sırasında kullanılan spreaderın, dişte fraktür oluşturabileceğini göstermiştir (7, 134). Wilcox ve ark. ve Shemesh ve ark. yaptıkları çalışmalarda kök kanal dolumu ve kanal yenileme işlemleri sonucunda kök dentininde yüksek oranda fraktür oluşumuna rastlamışlardır (4, 7, 121). Bier ve ark. yaptıkları çalışma sonucunda kök kanal preparasyonundan hemen sonra fraktür oluşmadığını savunmuşlardır (125). Yine de preparasyon sonrasında meydana gelen %4-16 arasındaki çatlak alanların; kök kanal yenilemesi sonucunda ya da çiğneme sırasında oluşan fonksiyonel kuvvetler nedeniyle vertikal kök fraktürüne dönüşebileceği bildirilmiştir (121). Bu bağlamda, Ni-Ti döner ege sistemleriyle yapılan kök kanal preparasyonları ve bunu takip eden kanal dolum işlemi veya ihtiyaç olursa döner ege sistemleri ile yapılan kök kanal yenilenmesi, fraktürlere veya mikro çatlaklara neden olabilir. Yoldaş ve ark. farklı ege sistemlerinin

kullanımının mikro çatlak oluşumu üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında sadece tek bir fraktür tespit etmişler ve bunun nedenini fazla miktarda madde kaybı sonucu diş yapısının zayıflamasına bağlamışlardır (106). Bu çalışmada sadece 2 adet vertikal kök fraktürüne rastlanmıştır. Bunlardan bir tanesi ProTaper Universal diğeri ise Reciproc eğe sisteminin kullanıldığı gruplardadır. Fraktür oluşumunun nedeninin fazla miktarda kaldırılan dentin miktarından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Kim ve ark.'nın Ni-Ti eğeler ile yapılan genişletmenin vertikal kök fraktürü oluşumuna etkisini inceledikleri çalışmada, yüksek streslerin dentin defekti oluşumunu arttırdığı ve eğelerin apikal, orta ve koronal üçlünden alınan enine kesitler ile dentin defekti oluşumu arasında bağlantı olduğu sonucuna varılmıştır (9). Daha önce yapılan çalışmalarda hangi kesit seviyesinde daha fazla mikro çatlak oluştuğuyla ilgili farklı sonuçlar elde edilmiştir. Apikal bölgede daha fazla mikro çatlak oluştuğu sonucunu bulan çalışmalar olduğu gibi (110, 135), bunun tam tersi olarak koronal üçlünden alınan kesitlerde daha fazla mikro çatlak oluştuğu sonucuna ulaşan çalışmalar da mevcuttur (105, 117, 118, 126). Versluis ve ark. yaptıkları çalışmada preparasyon sonucunda orta ve koronal üçlü kesitlerinin, apikal üçlü kesitlerine kıyasla 3 kat daha fazla strese maruz kaldığını bulmuşlardır (136). Aynı şekilde Üstün ve ark. yaptıkları çalışmada koronal üçlü seviyesinde daha fazla dentinal defekte rastlamışlardır (124). Bizim çalışmamızda da koronal üçlü seviyesinde %11, orta üçlü seviyesinde %7 ve apikal üçlü seviyesinde %5 oranında mikro çatlak oluşumu gözlemlendi. Yine de kesit seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı ($p>0,05$). Koronal bölgede daha fazla mikro çatlak meydana gelmesinin, preparasyon esnasında bu bölgenin apikal üçlüye göre daha fazla strese maruz kalmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bu durum ise kullanılan döner eğe sistemlerinin eğenin koronal kısımda apikal bölgeye göre dentin duvarına daha fazla temas etmesinden ve koronale doğru artan taperlarından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca apikal üçlüde daha az oranda mikro çatlak oluşması, apikalde en son kullanılan eğe çapına bağlı olabilir.

Çalışmamızda el eğesiyle enstrümantasyonun yapıldığı grupta, sadece K tipi eğeler kullanılarak step-back yöntemi ile preparasyon yapıldı ve mikro çatlak görülmedi. Bier ve ark. yaptıkları çalışmada, el eğelerinde çatlak oluşumuna rastlamamışlardır ve elde ettikleri sonuçlar bizim çalışmamızın sonuçları ile paralellik

göstermektedir (125). Yoldaş ve ark. da mikro çatlak oluşumunu inceledikleri çalışmalarında el eğesi kullandıkları grupta mikro çatlakla rastlamamışlar ve bizim çalışmamızdaki gibi K tipi eğeler kullanmışlardır (106).

Kök dentinde mikro çatlak oluşumunun incelendiği bazı çalışmalarda, araştırmacılar el eğelerinin kullanıldığı gruplarda mikro çatlak oluşumuna rastlamışlardır (10, 110). Fakat bu çalışmalarda preparasyon esnasında Gates-Glidden frezler kullanılarak koronal genişletme yapılmıştır. Aradaki farklılığın bundan kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Ni-Ti döner eğeler, el eğelerine kıyasla çok daha fazla miktarda dentin kaldırmaktadır. Çalışmamızda el eğelerinin kullanıldığı grupta mikro çatlak olmaması kaldırılan dentin miktarına ve bu eğelerin taperlarına bağlanabilir. Yine de el eğelerinin kök kanalını temizleme etkinliği ve kanalın şekillendirilmesinde döner eğe sistemlerine göre yeterli olup olmadığı tartışmalıdır. Bu da dişin prognozunu etkileyecek problemleri beraberinde getirir (137).

Döner eğe sistemlerinde yapılan genişletme işlemi, genellikle rotasyon ve resiprokasyon olmak üzere iki temel hareketle sağlanmaktadır. Resiprokasyon hareketinin temel özelliği; saat yönünde döndüğünde kanal içerisinde ilerlerken, saat yönünün tersine döndüğünde kanal yüzeyinde serbest kalan alanlar oluşturarak, meydana gelecek stresin azaltılmasıdır. Resiprokal hareketin rotasyon hareketine kıyasla yorulma direnci daha fazladır (91, 138). Böylece bu eğelerin dayanıklılığı artar. Resiprokal harekette burulma ve bükülme direnci daha fazladır. Kanalın içerisinde daha merkezi pozisyonda hareket sağlar. Tüm bu özelliklerinden dolayı resiprokal hareketin rotasyonel harekete kıyasla dentinde daha az miktarda mikro çatlak oluşumuna neden olduğunu düşünmekteyiz.

Reciproc eğe sistemi, resiprokasyon hareketiyle genişletmenin yapıldığı tek eğe sistemlerinden birisidir. Genişletme esnasında tek eğenin kullanılması, birden fazla eğenin kullanıldığı eğe sistemlerine kıyasla, oluşabilecek mikro çatlak miktarında azalma sağlıyor olabilir (139). Çalışmamızda da Reciproc döner eğe sisteminin kullanıldığı grupta ProTaper Universal'in kullanıldığı gruba göre daha az mikro çatlak oluşumu gözlenmiştir. Priya ve ark. döner eğe sistemlerini farklı hareket

kinematikleriyle kullanarak genişletme yaptıkları çalışmada, bizim çalışmamıza benzer şekilde ProTaper Universal'in Reciproc'tan daha fazla mikro çatlak oluşumuna neden olduğunu bulmuşlardır (126).

Bürklein ve ark. çalışmalarında, Reciproc eğeleri ile R40'a kadar, ProTaper Universal'in tüm eğelerini kullanarak F4'e kadar genişletme yapmışlar ve sonuç olarak Reciproc'un ProTaper Universal'e göre daha fazla miktarda mikro çatlak oluşturduğunu bulmuşlardır (111). Bu bilgi, çalışmamızda bulduğumuz sonuçlarla örtüşmemektedir. Aradaki farklılığın çalışmamızda Reciproc ile R25, ProTaper ile F2'ye kadar genişletme yapılması ve Bürklein ve ark.'nın çalışmalarında periodontal ligamenti taklit etmemelerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Liu ve ark. çalışmalarında, Reciproc ege sisteminde R25'in, ProTaper Universal'in tüm eğelerinin kullanılarak F2'ye kadar yapıldığı genişletmeye kıyasla daha çok mikro çatlak oluşturduğu sonucuna ulaşmışlardır (140). Fakat çalışmalarında örneklerden 2, 4, 6 mm olacak şekilde kesitler almışlardır ve döner ege sistemlerini kullanmadan önce 2 numaralı Gates-Glidden frezleri kullanarak koronal genişletme uygulamışlardır. Çalışmamızda ise 3, 6, 9 mm olacak şekilde kesit alındı, ayrıca koronal genişletme uygulanmadı. Sonuç olarak, farklı uygulamaların değişken sonuçların elde edilmesine neden olabileceği düşüncesindeyiz.

Shori ve ark. ProTaper Universal, ProTaper Next ve Heroshaper döner ege sistemlerini kullanarak dentin üzerinde oluşan mikro çatlakları inceledikleri çalışmada en fazla mikro çatlak oluşumuna ProTaper Universal'in kullanıldığı grupta rastlamışlardır (100). Monga ve ark. ProTaper Universal'in %33 oranında mikro çatlak oluşturduğu sonucuna ulaşırken, Bier ve ark. %16 oranında mikro çatlak oluşturduğu sonucuna varmışlardır (105, 125). Bu çalışmalarda ProTaper Universal, diğer ege grupları arasında en fazla defekt oluşumuna neden olan grup olmuştur. Benzer şekilde Liu ve ark. ProTaper Universal, OneShape, Reciproc ve Self-Adjusting File sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, ProTaper Universal ve OneShape'in diğer sistemlere göre daha fazla mikro çatlak oluşturduğu sonucuna varmışlardır (118). Çalışmamızda da kullandığımız döner ege sistemleri arasından en fazla mikro çatlak oluşumuna neden olan sistemin, ProTaper Universal olduğu görülmüştür.

Döner eğe sistemleri şekillendirme esnasında kök dentin duvarlarına kuvvet uygularlar ve bunun sonucunda kök dentininde mikro çatlaklar meydana gelebilir (106). Dentinde meydana gelebilecek olan bu hasarların boyutu aletin uç dizaynı, çapraz kesitlerindeki geometrik formu, yiv formu ve taperlarına bağlı olabilir (118). ProTaper Universal eğelerinin enine kesitlerinin konveks üçgen şekline sahip olması nedeniyle genişletme esnasında dışarıya daha az miktarda debris çıkışına izin verirler. Ayrıca bu eğeler radyal alana sahip değildirler. Radyal alan olmaması aletin kanalın merkezinden sapmasını arttırır. Bunun neticesinde dentinde daha fazla stres yaratarak mikro çatlak oluşumuna neden olabilir (139). Bu çalışmada ProTaper Universal eğe sisteminin kullanıldığı grupta daha fazla mikro çatlak bulunmasının nedeninin, eğenin sahip olduğu bu özelliklere bağlı olabileceği düşüncesindeyiz.

Kök kanal preparasyonu yapılırken kullanılan eğelerin taperları kök dentininde mikro çatlak oluşumunu etkileyebilir (125). Kim ve ark. artan taperın dentine gelen stresi arttıracaklarını, dentin kalınlığını azaltacağını ve sonuç olarak mikro çatlak oluşumuna neden olabileceğini söylemişlerdir (9). Çalışmamızda kullanılan ProTaper Universal'in uç çapları F1, F2 0,07-0,08 mm, Reciproc'un uç çapı R25 0,08 mm, ProTaper Next'in uç çapları X1, X2 0,04-0,06 mm, el eğelerinin uç çapı ise 0,02 mm'dir. ProTaper Universal eğe sisteminin daha fazla mikro çatlak oluşturmasının, agresif şekilde artan taperından kaynaklanıyor olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda en az mikro çatlak ProTaper Next eğe sisteminin kullanıldığı grupta olduğu sonucuna vardık. Çapar ve ark. ProTaper Next, ProTaper Universal ve HyFlex eğelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında ProTaper Next ve HyFlex eğelerinin ProTaper Universal'e göre daha az mikro çatlak oluşturduğu sonucuna varmışlardır (113). Bu sonuç bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir. ProTaper Next eğeleri ile yapılan preparasyonlarda daha az mikro çatlak oluşmasının nedeni, bu eğelerin taperlarının diğer eğelere kıyasla daha az olması olabilir. Ayrıca M-wire teknolojiye sahip ProTaper Next eğelerinin merkezin dışında konumlanan dikdörtgen tasarımı, bu çalışmada nispeten daha az mikro çatlak oluşmasının bir diğer nedeni olabilir. Bu tasarım, eğe ile dentin arasındaki teması en aza indirerek vidalanma etkisini, eğenin dentin içerisinde sıkışmasını ve eğe üzerindeki torkun azalmasını sağlar (88).

Ni-Ti döner eğelerin farklı miktarlarda mikro çatlak oluşturmaları, eğelerin farklı çapraz kesitlere sahip olması ile ilişkilendirilebilir. Kim ve ark. yaptıkları çalışmada farklı çapraz kesit tasarımlarının preparasyon boyunca apikalde oluşan stres miktarını etkilediğini ileri sürmüşlerdir (9). Çalışmamızda kullanılan ProTaper Universal konveks üçgen, ProTaper Next dikdörtgen, Reciproc ise S şekilli çapraz kesite sahiptir. Bu eğe sistemlerinin enine kesitlerindeki farklılıkların, dentinde oluşturdıkları defektlerin miktarıyla bağlantılı olabileceği düşüncesindeyiz.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre döner eğe sistemi kullanılan gruplarda mikro çatlak oluşumu gözlenmiştir. Elde edilen bu sonuç, döner eğe sistemlerinin mikro çatlak oluşma insidansını arttırdığını ve bu durumun kanal tedavisi uygulanmış dişlerde daha fazla vertikal kök kırığı görülmesine neden olabileceği fikrini akla getirmektedir. Bu bilgi, yapılmış farklı çalışmalar ile de uyumludur (100, 113, 123, 126, 139).

6. SONUÇLAR

Alt keser dişlerde, el eğesi ve ProTaper Universal, ProTaper Next, Reciproc döner eğe sistemleri ile preparasyon yapılarak, elde edilen kesitlerin stereomikroskop ile incelendiği, mikro çatlak varlığının değerlendirildiği bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında;

1. Kontrol grubu ve K tipi el eğelerinin kullanıldığı grup haricinde tüm gruplarda mikro çatlak oluşumu görüldü.
2. Çalışmada kullanılan döner eğe sistemlerinden en fazla mikro çatlak oluşturanın ProTaper Universal, en az mikro çatlak oluşturanın ise ProTaper Next eğe sistemi olduğu tespit edildi.
3. ProTaper Universal ve Reciproc eğe sistemlerinde vertikal kök fraktürü gözlemlendi.
4. Döner eğelerle yapılan genişletme sonucunda gruplar gözardı edilerek kesitler değerlendirildiğinde en fazla mikro çatlağın koronal üçlüde olduğu görüldü. Yine de apikal, orta ve koronal üçlüde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı.

Çalışmamızda döner eğe sistemlerinin kullanıldığı grupların hepsinde kök dentininde defekt oluşumuna rastlandı. Klinisyenlerin tercih ettiği döner eğe sistemlerinin yarattığı bu durum gözönünde bulundurularak kök kanal tedavisinin başarılı olabilmesi ve dişin ağızda uzun süre tutulabilmesi için kök kanal preparasyonu esnasında dentin üzerinde hasar oluşturmayacak eğe sistemlerine ihtiyaç olduğu görüşündeyiz.

KAYNAKLAR

1. Ricucci D, Russo J, Rutberg M, Burleson JA, Spångberg LS. A prospective cohort study of endodontic treatments of 1369 root canals: results after 5 years. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112(6):825-42.
2. Versiani MA, Souza E, De-Deus G. Critical appraisal of studies on dentinal radicular microcracks in endodontics: methodological issues, contemporary concepts, and future perspectives. *Endod Topics* 2015;33(1):87-156.
3. Shemesh H, Van Soest G, Wu MK, Van der Sluis LW, Wesselink PR. The ability of optical coherence tomography to characterize the root canal walls. *J Endod* 2007;33(11):1369-73.
4. Shemesh H, Roeleveld AC, Wesselink PR, Wu MK. Damage to root dentin during retreatment procedures. *J Endod* 2011;37(1):63-6.
5. Helfer AR, Melnick S, Schilder H. Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1972;34(4):661-70.
6. Sim T, Knowles J, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J* 2001;34(2):120-32.
7. Shemesh H, Bier C, Wu MK, Tanomaru-Filho M, Wesselink P. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *Int Endod J* 2009;42(3):208-13.
8. Sathorn C, Palamara JE, Palamara D, Messer HH. Effect of root canal size and external root surface morphology on fracture susceptibility and pattern: a finite element analysis. *J Endod* 2005;31(4):288-92.
9. Kim HC, Lee MH, Yum J, Versluis A, Lee CJ, Kim BM. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endod* 2010;36(7):1195-9.
10. Karataş E, Arslan H, Alsancak M, Kırıcı DÖ, Ersoy İ. Incidence of dentinal cracks after root canal preparation with Twisted File Adaptive instruments using different kinematics. *J Endod* 2015;41(7):1130-3.

11. Pasqualini D, Scotti N, Tamagnone L, Ellena F, Berutti E. Hand-operated and rotary ProTaper instruments: a comparison of working time and number of rotations in simulated root canals. *J Endod* 2008;34(3):314–7.
12. Uzunoğlu E. Farklı döner ege sistemlerinin kök kanallarının temizliği, obturasyonu ve apikalden taşan materyal miktarı üzerindeki etkilerinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 2014.
13. Topçuoğlu HS, Düzgün S, Kesim B, Tuncay O. Incidence of apical crack initiation and propagation during the removal of root canal filling material with ProTaper and Mtwo rotary nickel-titanium retreatment instruments and hand files. *J Endod* 2014;40(7):1009–12.
14. Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martin-Biedma B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod* 2010;36(1):157–9.
15. De-Deus G, Brandão MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RA, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110(3):390–4.
16. Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J* 2012;45(7):614–8.
17. Şen BH. Endodontide Problemler-Etiyoloji, Tanı ve Tedavi. Quintessence Yayıncılık, İstanbul, 2014. s 209–11.
18. Goldberg M, Lasfargues JJ. Pulpo-dentinal complex revisited. *J Dent* 1995;23(1):15-20.
19. Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent* 1997;25(6):441–58.
20. Tekçe N. Tek aşamalı self etch adezivlerin dentine bağlanma dayanımlarının ve mikrosızıntılarının süreye bağlı olarak incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul, 2011.
21. Ingle J, Bakland L, Baumgartner J. Endodontics. 6.Ed., BC Decker Inc, Hamilton, 2008, s 118–50.
22. Johansen E. Microstructure of enamel and dentin. *J Dent Res* 1964;43:1007–20.

23. Derise NL, Ritchey SJ, Furr AK. Mineral composition of normal human enamel and dentin and the relation of composition to dental caries: I. Macrominerals and comparison of methods of analyses. *J Dent Res* 1974;53(4):847–52.
24. Fuentes V, Toledano M, Osorio R, Carvalho RM. Microhardness of superficial and deep sound human dentin. *J Biomed Mater Res A* 2003;66(4):850–3.
25. Roberson T, Gürgen S. Dişle ilgili anatomi, histoloji, fizyoloji ve oklüzyonun klinik önemi. 5. Baskı, Güneş Kitabevleri, Ankara, 2006, s 17-64.
26. Pashley D, Okabe A, Parham P. The relationship between dentin microhardness and tubule density. *Endod Dent Traumatol* 1985;1(5):176–9.
27. Poolthong S, Mori T, Swain MV. Determination of elastic modulus of dentin by small spherical diamond indenters. *Dent Mater* 2001;20(3):227–36.
28. Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Anisotropy of tensile strength of root dentin. *J Dent Res* 2001;80(2):453–6.
29. Powers JM, Wataha JC. Dental materials properties and manipulation. 10. Ed., Mosby Elsevier, St. Louis, 2013, s 4-7.
30. Pekkan G. Tam seramikler ve dentin arasındaki dual cure rezin simanların kesme ve gerilme dayanıklılığının incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 2005.
31. Hargreaves K, Cohen S. Cohen's Pathway of The Pulp. 10 Ed., Mosby Elsevier, St. Louis, 2011, s 452-503.
32. Dietschi D, Duo O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature- Part 1. Composition and micro-and macrostructure alterations. *Quintessence Int* 2007;38(9):733–43.
33. Coffey CT, Ingram MJ, Björndal A. Analysis of human dentinal fluid. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1970;30(6):835–7.
34. Pashley DH, Matthews W, Zhang Y, Johnson M. Fluid shifts across human dentine in vitro in response to hydrodynamic stimuli. *Arch Oral Biol* 1996;41(11):1065–72.
35. Ferguson DB. Progress in oral biology research, 1959–1999. *Arch Oral Biol* 1999;44(12):993–8.

36. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989;15(11):512–6.
37. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1992;67(4):458–67.
38. Kahler B, Swain MV, Moule A. Fracture-toughening mechanisms responsible for differences in work to fracture of hydrated and dehydrated dentine. *J Biomech* 2003;36(2):229–37.
39. Bajaj D, Sundaram N, Nazari A, Arola D. Age, dehydration and fatigue crack growth in dentin. *Biomaterials* 2006;27(11):2507–17.
40. Kishen A, Asundi A. Experimental investigation on the role of water in the mechanical behavior of structural dentine. *J Biomed Mater Res A* 2005;73(2):192–200.
41. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod* 1992;18(7):332–5.
42. Kruzic JJ, Nalla RK, Kinney JH, Ritchie R. Crack blunting, crack bridging and resistance-curve fracture mechanics in dentin: effect of hydration. *Biomaterials* 2003;24(28):5209–21.
43. Nalla RK, Kinney JH, Marshall SJ, Ritchie RO. On the in vitro fatigue behavior of human dentin: effect of mean stress. *J Dent Res* 2004;83(3):211–5.
44. Erdoğan AŞ, Köseoğlu M. Kök kanal morfolojisinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 1998;8(1):94–9.
45. Wu MK, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89(6):739–43.
46. Ersoy İ. İki kök kanal patı kullanılarak farklı kök kanal dolgu yöntemlerinin endodontik tedavi görmüş köklerin kırılma direncine olan etkisinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, Erzurum, 2013.
47. Hargreaves K, Cohen S. *Cohen's pathway of the pulp*. 10 Ed., Mosby Elsevier, St Louis, 2011, s 283–348.
48. Portenier I, Lutz F, Barbakow F. Preparation of the apical part of the root canal by the Lightspeed and step-back techniques. *Int Endod J* 1998;31(2):103–11.

49. Tan BT, Messer HH. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. *J Endod* 2002;28(9):658–64.
50. 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 1. *Int Endod J* 1998;31(4):275–81.
51. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod* 1994;20(6):276–8.
52. Ayhan H, Sultan N, Cirak M, Ruhi MZ, Bodur H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *Int Endod J* 1999;32(2):99-102.
53. Pascon FM, Kantovitz KR, Sacramento PA, Nobre-dos-Santos M, Puppini-Rontani RM. Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. *J Dent* 2009;37(12):903–8.
54. Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Saquy PC, Pécora JD. Evaluation of the effect of EDTAC, CDTA, and EGTA on radicular dentin microhardness. *J Endod* 2001;27(3):183–4.
55. Arı H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod* 2004;30(11):792–5.
56. Oliveira LD, Carvalho CA, Nunes W, Valera MC, Camargo CH, Jorge AO. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104(4):125–8.
57. Sarabi NG. Endodontik irigasyon solüsyonları ve kombinasyonlarının dentin mikrosertliğine etkisi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir, 2008.
58. Telli C, Gülkan P, Raab W. Additional studies on the distribution of stresses during vertical compaction of gutta-percha in the root canal. *Br Dent J* 1999;187(1):32–7.

59. Blum JY, Machtou P, Micallef JP. Analysis of forces developed during obturations. Wedging effect: Part I. J Endod 1998;24(4):217–22.
60. Çalışkan MK. Endodontide Tanı ve Tedaviler. 2. Baskı, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 2006, s 273-309.
61. Salameh M. Farklı kök kanal genişletme tekniklerinin kök kanal dentini üzerindeki defekt oluşumuna ve kırılma dayanımına etkisinin incelenmesi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir, 2013.
62. Alaçam T. Endodonti. 2. Baskı, Özyurt Matbaacılık, Ankara, 2012, s 405-514.
63. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endod Topics 2005;10(1):30-76.
64. Yılmaz Z. Kök kanal şekillendirmesinde kullanılan geleneksel yöntemler. Türkiye Klinikleri J Endod-Special Topics. 2016;2(3):22-31.
65. Küçükay S, Küçükay I, Yılmaz B. Kök kanalı şekillendirme yöntemleri. Promat Matbaası, İstanbul, 2004, s 15-110. .
66. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. J Endod 1985;11(5):203–11.
67. Alaçam T. Endodonti. 2. Baskı, Özyurt Matbaacılık, Ankara 2012, s 355-404.
68. Ingle J, Bakland L, Baumgartner J. Endodontics. 6.Ed., BC Decker Inc, Hamilton, 2008, s 813–48.
69. Bramipour D, Svec T, White KW, Powers JM. Wear resistance of cryogenically treated stainless steel files. J Endod 2001;27(3):212–3.
70. Seto BG, Nicholls JJ, Harrington GW. Torsional properties of twisted and machined endodontic files. J Endod 1990;16:355–60.
71. Hargreaves K, Cohen S. Cohen's Pathways of the Pulp. 10 Ed., Mosby Elsevier, St. Louis, 2011, s 223–81.
72. Koch K, Brave D. Real world endo: design features of rotary files and how they affect clinical performance. Oral Health 2002;92(2):39-49.
73. Altun FY. Endodontide kök kanalı hazırlanmasında kullanılan nikel-titanyum döner hareket ve resiprokasyon hareketi yapan sistemlerin karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 2013.

74. Uyanık MÖ. Farklı dönen nikel titanyum eğelerin temizleme ve şekillendirme özelliklerinin in vitro olarak incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 2005.
75. Bergenholtz G, Horsted-Bindslev P, Reit C. Textbook of Endodontology. 2. Ed., Wiley-Blackwell, UK, 2010, s 182–4.
76. Gülşahı K. Kök kanallarının şekillendirilmesinde kullanılan güncel yöntemler. Türkiye Klinikleri J Endod-Special Topics 2016;2(3):32–7.
77. Taşdemir T, Aydemir H. Kök kanal preparasyonunda kullanılan kanal aletlerinin gelişim süreci. G.Ü. Dişhek Fak Derg 2006;23(1):47-53.
78. Otsuka K, Ren X. Physical metallurgy of Ti–Ni-based shape memory alloys. Prog Mater Sci 2005;50(5):511-678.
79. Toptaş E, Akkuş N. Şekil hafızalı alaşımlar ve endüstriyel uygulamaları. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2007;4:15-22.
80. Thompson SA. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. Int Endod J 2000;33(4):297-310.
81. Dilibal S. Nikel-titanyum şekil bellekli alaşım üretimi ve şekil bellek eğitimi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul, 2005.
82. Gambill JM, Alder M, Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. J Endod 1996;22(7):369–75.
83. Bouska J, Justman B, Williamson A, DeLong C, Qian F. Resistance to cyclic fatigue failure of a new endodontic rotary file. J Endod 2012;38(5):667–9.
84. <https://coupdoc.com/dentsply-maillefer-protaper-universal-25mm-6-pack> 3889.html (26.02.2017).
85. Ruddle CJ. The Protaper technique: shaping the future of endodontics. Endod Topics 2005;10:187–90.
86. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. J Endod 2004;30(4):228–30.

87. Câmara SA, de Castro Martins R, Viana AC, de Toledo Leonardo R, Buono VT, de Azevedo Bahia MG. Flexibility and torsional strength of ProTaper and Protaper Universal rotary instruments assessed by mechanical tests. *J Endod* 2009;35:113–6.
88. Ruddle CJ. The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use. *Dent Today* 2001;20(10):60–7.
89. Hof R, Perevalov V, Eltanani M, Zary R, Metzger Z. The self-adjusting file (SAF). Part 2: mechanical analysis. *J Endod* 2010;36(4):691–6.
90. Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endod* 1987;13(10):479–89.
91. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41(4):339–44.
92. You SY, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod* 2010;36(12):1991–4.
93. De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J* 2010;43(12):1063–8.
94. Yared G. Canal Preparation with Only One Reciprocating Instrument Without Prior Hand Filing: A New Concept. 2011 http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/presse/yared_reciproc_concept_enpdf (25.02.2017).
95. Uysal İ. Kök kanallarının dezenfeksiyonunda üç farklı döner eğe sisteminin kemomekanik etkinliklerinin karşılaştırılması. Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Diyarbakır, 2013.
96. http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/reciproc_product_a4_en.pdf (20.02.2017).
97. Shen Y, Coil JM, Haapasalo M. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 3: A 4-year retrospective study from an undergraduate clinic. *J Endod* 2009; 35(2):193–6.
98. Ruddle CJ, Machtou P, West JD. The shaping movement 5th generation technology. *Dent Today* 2013;32(4):96–9.

99. Soltan M, Elbyomi M, Eid G. Comparative study of the efficacy of two newly introduced rotary nickel titanium instruments in shaping of curved root canals. *Cairo Dental Journal* 2008;24(3):447–56.
100. Shori DD, Shenoi PR, Baig AR, Kubde R, Makade C, Pandey S. Stereomicroscopic evaluation of dentinal defects induced by new rotary system: “ProTaper NEXT”. *J Conserv Dent* 2015;18(3):210–3.
101. Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GA. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod* 2012;38(7):996-1000.
102. Van der Vyver PJ, Scianamblo MJ. Clinical guidelines for the use of Protaper Next instruments: part two. *Endodontic Practice* 2014.
103. <http://www.simitdental.it/ISP00protnext.asp?P=39&A=15&B=02&C=17&D=15&E=26> (27.02.2017).
104. Blum JY, Machtou P, Ruddle C, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. *J Endod* 2003;29(9):567–75.
105. Monga P, Bajaj N, Mahajan P, Garg S. Comparison of incidence of dentinal defects after root canal preparation with continuous rotation and reciprocating instrumentation. *Singapore Dent J* 2015;36:29-33.
106. Yoldaş O, Yılmaz Ş, Atakan G, Kuden C, Kasan Z. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi rotary instruments and the self-adjusting file. *J Endod* 2012;38(2):232–5.
107. Blum JY, Machtou P, Esber S, Micallef JP. Analysis of forces developed during root canal preparation with the balanced force technique. *Int Endod J* 1997;30(6):386–96.
108. Tsisis I, Rosenberg E, Faivishevsky V, Kfir A, Katz M, Rosen E. Prevalence and associated periodontal status of teeth with root perforation: a retrospective study of 2,002 patients' medical records. *J Endod* 2010;36(5):797-800.
109. Tamse A, Fuss Z, Lustig J, Kaplavi J. An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth. *J Endod* 1999;25(7):506–8.

110. Helvacıoğlu-Yiğit D, Aydemir S, Yılmaz A. Evaluation of dentinal defect formation after root canal preparation with two reciprocating systems and hand instruments: an in vitro study. *Biotechnol Biotec EQ* 2015;29(2):368–73.
111. Bürklein S, Tsotsis P, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod* 2013;39(4):501–4.
112. Karataş E, Gündüz HA, Kırıcı DÖ, Arslan H. Incidence of dentinal cracks after root canal preparation with ProTaper Gold, Profile Vortex, F360, Reciproc and ProTaper Universal instruments. *Int Endod J* 2016;49:905–10.
113. Çapar İD, Arslan H, Akcay M, Uysal B. Effects of ProTaper Universal, ProTaper Next, and HyFlex instruments on crack formation in dentin. *J Endod* 2014;40(9):1482–4.
114. AAE: cracking the cracked toothcode, Endodontics Colleagues for Excellence. http://www.aae.org/uploadedfiles/publications_and_research/endodontics_colleagues_for_excellence_newsletter/crackedteethecfe_onlineversion.pdf (26.02.2017).
115. Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Patterns of vertical root fracture: factors affecting stress distribution in the root canal. *J Endod* 2003;29(8):523–8.
116. Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. The effect of working length and root canal preparation technique on crack development in the apical root canal wall. *Int Endod J* 2010;43(4):321–7.
117. Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. Crack initiation on the apical root surface caused by three different nickel-titanium rotary files at different working lengths. *J Endod* 2011;37(4):522–5.
118. Liu R, Kaiwar A, Shemesh H, Wesselink PR, Hou B, Wu MK. Incidence of apical root cracks and apical dentinal detachments after canal preparation with hand and rotary files at different instrumentation lengths. *J Endod* 2013;39(1):129–32.
119. Zaparolli D, Saquy PC, Cruz-Filho AM. Effect of sodium hypochlorite and EDTA irrigation, individually and in alternation, on dentin microhardness at the furcation area of mandibular molars. *Braz Dent J* 2012;23(6):654–8.

120. Siqueira JF, Araújo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod* 1997;23(8):499-502.
121. Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J Endod* 1997;23(8):533-4.
122. Çapar İD, Uysal B, Ok E, Arslan H. Effect of the size of the apical enlargement with rotary instruments, single-cone filling, post space preparation with drills, fiber post removal, and root canal filling removal on apical crack initiation and propagation. *J Endod* 2015;41(2):253-6.
123. Pedullà E, Genovesi F, Rapisarda S, La Rosa GR, Grande NM, Plotino G, et al. Effects of 6 Single-File Systems on dentinal crack formation. *J Endod* 2017;43(3):456-61.
124. Üstün Y, Aslan T, Sağsen B, Kesim B. The effects of different nickel-titanium instruments on dentinal microcrack formations during root canal preparation. *Eur J Dent* 2015;9(1):41-6.
125. Bier CA, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu MK. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod* 2009;35(2):236-8.
126. Priya NT, Chandrasekhar V, Anita S, Tummala M, Raj TB, Badami V, et al. "Dentinal microcracks after root canal preparation" a comparative evaluation with hand, rotary and reciprocating instrumentation. *J Clin Diagn Res* 2014;8(12):70-2.
127. Li SH, Lu Y, Song D, Zhou X, Zheng QH, Gao Y, et al. Occurrence of dentinal microcracks in severely curved root canals with ProTaper Universal, WaveOne, and ProTaper Next file systems. *J Endod* 2015;41(11):1875-9.
128. Matsushita-Tokugawa M, Miura J, Iwami Y, Sakagami T, Izumi Y, Mori N, et al. Detection of dentinal microcracks using infrared thermography. *J Endod* 2013;39(1):88-91.
129. Shemesh H, Van Soest G, Wu MK, Wesselink PR. Diagnosis of vertical root fractures with optical coherence tomography. *J Endod* 2008;34(6):739-42.

130. De-Deus G, Silva EJ, Marins J, Souza E, Neves A, Gonçalves Belladonna F, et al. Lack of causal relationship between dentinal microcracks and root canal preparation with reciprocation systems. *J Endod* 2014;40(9):1447–50.
131. De-Deus G, Belladonna FG, Souza EM, Silva EJ, Neves AA, Alves H, et al. Micro-computed tomographic assessment on the effect of ProTaper Next and Twisted File Adaptive systems on dentinal cracks. *J Endod* 2015;41(7):1116–9.
132. Barreto MS, Moraes Rdo A, Rosa RA, Moreira CH, Só MV, Bier CA. Vertical root fractures and dentin defects: effects of root canal preparation, filling, and mechanical cycling. *J Endod* 2012;38(8):1135–9.
133. Sathorn C, Palamara JE, Messer HH. A comparison of the effects of two canal preparation techniques on root fracture susceptibility and fracture pattern. *J Endod* 2005;31(4):283–7.
134. Tamse A, Katz A, Pilo R. Furcation groove of buccal root of maxillary first premolars—a morphometric study. *J Endod* 2000;26(6):359–63.
135. Çiçek E, Koçak MM, Sağlam BC, Koçak S. Evaluation of microcrack formation in root canals after instrumentation with different NiTi rotary file systems: a scanning electron microscopy study. *Scanning* 2015;37(1):49–53.
136. Versluis A, Messer HH, Pintado MR. Changes in compaction stress distributions in roots resulting from canal preparation. *Int Endod J* 2006;39(12):931–9.
137. Mahran AH, AboEl-Fotouh MM. Comparison of effects of ProTaper, HeroShaper, and Gates Glidden burs on cervical dentin thickness and root canal volume by using multislice computed tomography. *J Endod* 2008;34(10):1219–22.
138. Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Mitchell JC. Scanning electron microscope observations of new and used nickel-titanium rotary files. *J Endod* 2003;29(10):667–9.
139. Karataş E. Farklı kök kanal şekillendirme sistemlerinin dentin çatlağı oluşturmadaki etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Erzurum, 2014.
140. Liu R, Hou BX, Wesselink PR, Wu MK, Shemesh H. The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *J Endod* 2013;39(8):1054–6.

EKLER

EK-1: Etik kurul belgesi

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
YEREL ETİK KURULU

ETİK KURUL KARARI

TOPLANTI TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR NO	ARAŞTIRMA YÜRÜTÜCÜSÜ
23-05-2016	4	1	Doç.Dr. Sadullah KAYA

KARAR

Yürütücülüğünü Doç.Dr. Sadullah KAYA'nın yaptığı ' KÖK KANAL PREPARASYONUNDA KULLANILAN PROTAPER UNİVERSAL, PROTAPER NEXT VE RESİPROC DÖNER EĞE SİSTEMLERİNİN DENTİN ÜZERİNDE OLUŞTURDUĞU MİKROÇATLAKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ' başlıklı 2016-12 no.lu çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

Görevi	Adı Soyadı	Bölümü	Evet	Hayır	İmza
Başkan	Prof. Dr. Beyza KAYA	Diş.Hek. Fak.Ağız, Diş,Çene Hst. ve Cerrahisi	X		
Başkan Yrd.	Prof.Dr. Remzi NİGİZ	Diş.Hek.Fak.Protetik Diş Tedavisi A.D	X		
üye	Prof. Dr. Seher GÜNDÜZ ARSLAN	Diş.Hek. Fak. Ortodonti A.D	X		
üye	Prof. Dr. Nezahat AKPOLAT	Tıp Fak. Mikrobiyoloji A.D	✓		
üye	Prof.Dr. M.Zülcüf AKDAĞ	Tıp Fak. Biyofizik A.D			
üye	Doç.Dr. Emin Caner TÜMEN	Diş Hek.Fak. Pedodonti A.D	✓		
üye	Doç.Dr. Ayfer AKTAŞ	D.Ü. Tıp Fak. Histoloji-Embriyoloji A.D			
üye	Doç.Dr. Bayram İNCE	Diş Hek.Fak. Konservatif Diş Tedavisi A.D	✓		
üye	Yrd.Doç.Dr. Ersin UYSAL	D.Ü. Meslek Yük. Okulu Bilg. Prog.	✓		
üye	Doç. Dr. Ela Tules KADİROĞLU	Diş.Hek. Fak. Periodontoloji A.D	X		
üye	Av. Şahhanım KAPLAN	D.Ü. Hukuk Müşavirliği			

ÖZGEÇMİŞ

Dt. Meltem Deveci, 03.11.1990 yılında Hatay ili İskenderun ilçesinde doğdu. İlkokulu ve ortaokulu 2004 yılında İskenderun'da Mithat Paşa İlköğretim Okulu'nda tamamladı. 2008 yılında İstiklal Makzume Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl kazandığı Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden 2013 yılında mezun oldu. 2014 yılı nisan ayında girmiş olduğu Diş Hekimliğinde Uzmanlık sınavında Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'na girmeye hak kazandı. Halen bu bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

