



T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NİKEL TİTANYUM DÖNER KANAL ALETLERİNE UYGULANAN
FARKLI TORK DEĞERLERİNİN EĞRİ KÖK KANAL
PREPARASYONUNA ETKİLERİNİN İN VİTRO OLARAK
İNCELENMESİ

DEMET ALTUNBAŞ

DOKTORA TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ VE ENDODONTİ ANABİLİM DALI

SİVAS
2011

T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NİKEL TİTANYUM DÖNER KANAL ALETLERİNE UYGULANAN
FARKLI TORK DEĞERLERİNİN EĞRİ KÖK KANAL
PREPARASYONUNA ETKİLERİNİN İN VİTRO OLARAK
İNCELENMESİ

DEMET ALTUNBAŞ

DOKTORA TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ VE ENDODONTİ ANABİLİM DALI

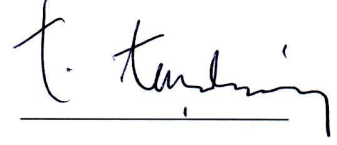
TEZ DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. KEREM ENGİN AKPINAR

SİVAS
2011

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Doç. Dr. Tamer TAŞDEMİR



Üye

Doç. Dr. İhsan HUBBEZOĞLU



Üye

Yrd. Doç. Dr. Alper KUŞTARCI



Üye

Yrd. Doç. Dr. Ziyet ÇINAR



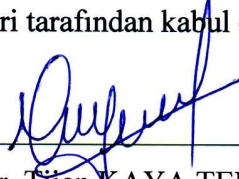
Üye (Danışman)

Yrd. Doç. Dr. Kerem Engin AKPINAR



ONAY

Bu tez çalışması, 21/02/2011 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Tijen KAYA TEMİZ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜDÜRÜ

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 24.09.2008 tarihli ve 007 sayılı toplantısında kabul edilen Fen/Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

ÖZET

NİKEL TİTANYUM DÖNER KANAL ALETLERİNE UYGULANAN FARKLI TORK DEĞERLERİNİN EĞRİ KÖK KANAL PREPARASYONUNA ETKİLERİNİN İN VİTRO OLARAK İNCELENMESİ

Demet ALTUNBAŞ

Doktora Tezi, Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kerem Engin AKPINAR

2011, 79 sayfa

Bu çalışmanın amacı; VDW.GOLD tork kontrollü elektrikli motora takılan K3 ve Mtwo Ni-Ti döner kanal eğelerine uygulanan farklı tork değerlerinin, eğri kanal preparasyonuna etkilerinin in vitro olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmada 120 adet eğri kanallı şeffaf rezin blok kullanılmıştır. Bloklar K3 ve Mtwo serilerinin kullanıldığı iki ana gruba, her iki ana grup ise 20'şer bloktan oluşan üç alt gruba ayrılmıştır. Tork değerleri K3 serisinin kullanıldığı alt gruplarda sırasıyla 20 gcm, 60 gcm ve 120 gcm'ye; Mtwo serisinin kullanıldığı alt gruplarda ise sırasıyla 100 gcm, 150 gcm ve 300 gcm'ye ayarlanmıştır. K3 Ni-Ti döner kanal eğeleri crown-down tekniğiyle, Mtwo Ni-Ti döner kanal eğeleri ise tek boyut tekniğiyle kullanılmıştır. Preparasyon öncesi ve sonrası kanal görüntüleri özel bir düzeneğe monte edilen dijital fotoğraf makinesiyle elde edilmiştir.

Her iki ana gruba uygulanan farklı tork değerlerinin kanal preparasyonuna etkisi; kanalın orjinal şeklinde meydana gelen değişim, kanal eğiminde meydana gelen değişim, zip, elbow, basamak oluşumu, perforasyon, alet kırığı ve çalışma boyunda meydana gelen değişim yönünden değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, tork değeri azaldıkça K3 ve Mtwo gruplarında preparasyon sonrası kanal genişliği ve eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarı artmıştır. K3 grubunun belirli ölçüm noktalarında ve Mtwo grubunda tork azaldığında eğimin iç kısmında oluşan genişleme miktarı azalmıştır. Tork değerinin azalmasıyla K3 grubunda istatistiksel farklılığın önemli bulunduğu ölçüm noktalarında (eğimin apeks noktası hariç) transportasyon miktarı artarken, Mtwo grubunda torkun azalmasıyla paralellik

göstermiştir. K3 ve Mtwo gruplarında içe doğru transportasyon, torku en az olan alt grupta diğer alt gruplardan daha az meydana gelmiştir. K3 grubunda torkun en yüksek olduğu alt grupta kanal eğimi daha iyi korunmuştur. Mtwo grubunda ise tork değerlerinin eğim değişimine etkisi bulunmamıştır. Her iki grupta da zip-elbow ve perforasyon oluşumu meydana gelmemiştir. Ana grupların ikisinde de tüm alt gruplarda basamak oluşmuştur fakat istatistiksel olarak alt gruplar arasında fark bulunmamıştır. Mtwo grubunda torkun en yüksek olduğu alt grupta fazla sayıda eğe deforme olmuştur. Çalışma boyu kaybının torkla ilişkisinin bulunmadığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Tork, şeffaf rezin blok, Ni-Ti, döner alet, kök kanal preparasyonu

ABSTRACT

AN IN VITRO STUDY OF THE EFFECTS OF DIFFERENT TORQUE VALUES APPLIED TO THE NICKEL TITANIUM ROTARY CANAL INSTRUMENTS FOR CURVED ROOT CANAL PREPARATION

Demet ALTUNBAŞ

Master of Science Thesis, Department of Restorative Dentistry and Endodontics

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Kerem Engin AKPINAR

2011, 79 pages

The aim of this study was to evaluate the effects of different torque values applied to K3 and Mtwo Ni-Ti rotary instruments that can be used with a VDW.GOLD electric torque control motor to curved canal preparation in vitro.

In this study, 120 curved canal transparent resin blocks were used. The blocks were divided into two main groups in which K3 and Mtwo series were used. The main groups were then divided into three sub-groups, each of 20 blocks. Torque values were calibrated to 20 gcm, 60 gcm and 120 gcm in the K3 sub-group series and to 100 gcm, 150 gcm and 300 gcm in the Mtwo sub-group series. K3 Ni-Ti rotary instruments were used with the crown-down technique and Mtwo Ni-Ti rotary instruments were used with the single length technique. Canal images before and after preparation were obtained with a digital camera mounted on a special mechanism.

The effects of different torque values applied to the two main groups for canal preparation were evaluated based on the change in the canal's original form; the change in the canal's curve; the formation of zip, elbow and ledge; perforation; instrument fracture and the change in working length.

As a result, the canal width after the preparation and the width of the curve's outer part increased as the torque value decreased in both main groups. When the torque decreased, in the Mtwo group and at some measurement points in the K3 group, the width of the curve's inner part decreased. As the torque value decreased, the amount of transportation ran parallel in the Mtwo group, while the amount of transportation increased at measurement points in the K3 group where the statistical difference was

found to be significant (except apex of the curve). In both the K3 and Mtwo groups, transportation toward the inner aspect occurred less in the sub-group where the torque was lowest. In the K3 group, the canal's curve was protected better in the sub-group where the torque was highest. However, in the Mtwo group, torque value had no effect on the change in the canal's curve. Ledge occurred in all subgroups of both main groups, but no significant difference was observed between the subgroups. In both main groups, the formation of zip, elbow and perforation did not occur. In the Mtwo group, in the sub-group where the torque was highest, many instruments were deformed. However, loss in working length was not related to torque.

Keywords: torque, transparent resin block, Ni-Ti, rotary instrument, root canal preparation

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmalarım süresince varlığı ve bilgisi ile bana yol gösteren, sabrını, iyi niyetini ve desteğini hiç esirgemeyen çok değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Kerem Engin AKPINAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Bilgi ve deneyimlerinden her zaman yararlandığım Yrd. Doç. Dr. Alper KUŞTARCI'ya,

Tez çalışmamın istatistiksel değerlendirmesinde yardımlarını esirgemeyen Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Ziyet ÇINAR'a,

Doktora tez çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan tüm arkadaşlarıma ve C.Ü. Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim Dalı çalışanlarına,

Çalışmamın deney aşamalarını yapabilmem için gerekli ekipman ve malzemeyi proje kapsamında temin eden Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığına,

Doktora eğitimime katkılarından dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumuna,

Tüm yaşantım boyunca kararlarımı destekleyen ve her zaman yanımda olan sevgili aileme,

Desteğini ve sevgisini her zaman hissettiğim, varlığından güç aldığım sevgili eşim Dt. Mehmet Ersoy ALTUNBAŞ'a ve her ne kadar özen göstersem de tez çalışmam esnasında kendisini ihmal ettiğim canım oğluma teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER DİZİNİ.....	xiii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Kök Kanal Sisteminin Kompleks Yapısı ve Kök Kanal Eğimlerinin Sınıflandırılması.....	4
2.2 Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Oluşabilecek Başarısızlıklar.....	5
2.2.1 Çalışma Boyutunun Kaybı.....	6
2.2.2 Basamak Oluşumu.....	6
2.2.3 Apekte Zip Oluşumu.....	7
2.2.4 Kök Kanalının Transportasyonu.....	7
2.2.5 Perforasyon.....	7
2.2.6 Alet Kırıkları.....	7
2.3 Kök Kanallarının Preparasyon Yöntemleri.....	8
2.3.1 Apikal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler.....	8
2.3.1.1 Standardize Preparasyon Tekniği.....	8
2.3.1.2 Step-back Tekniği.....	9
2.3.1.3 Balanced- force (Roane) Tekniği.....	9
2.3.2 Koronal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler.....	10
2.3.2.1 Step-down Tekniği.....	10
2.3.2.2 Double-Flared Tekniği.....	10
2.3.2.3 Crown-down Basıncsız Preparasyon Tekniği.....	11
2.3.2.4 Canal Master Teknik.....	12
2.3.2.5 Antikurvatur Egeleme Tekniği.....	12
2.4 Kök Kanalının Şekillendirilmesinde Kullanılan Endodontik Aletler.....	12
2.4.1 Reamerlar.....	14
2.4.2 K Tipi Eğeler.....	14
2.4.3 Hedström Eğeler.....	14
2.4.4 Hibrit Eğeler.....	15
2.4.4.1 K-Flex Eğeler.....	15
2.4.4.2 K-Flexofile Eğeler.....	16
2.4.4.3 Unifile ve S-file Eğeler.....	16
2.4.4.4 Flex-R Eğeler.....	16
2.4.5 Ni-Ti Eğeler.....	17
2.4.5.1 ProFile ve ProFile GT.....	18
2.4.5.2 Quantec.....	19
2.4.5.3 Mtwo.....	19
2.4.5.4 Lightspeed.....	21
2.4.5.5 Hero 642.....	22

2.4.5.6 K3	22
2.4.5.7 RaCe	24
2.4.5.8 Flexmaster	25
2.4.5.9 ProTaper	25
2.5 Tork	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	28
3.1 Grupların Oluşturulması	28
3.2 Preparasyon Öncesi ve Sonrası Görüntülerin Elde Edilmesi.....	29
3.3 Kök Kanal Preparasyon Yöntemlerinin Uygulanışı	30
3.4 Çalışmada İncelenen Kriterler.....	31
3.4.1 Kanalın Orijinal Şeklinde Meydana Gelen Değişimin Belirlenmesi	31
3.4.2 Kanal Eğiminde Meydana Gelen Değişimin Belirlenmesi.....	34
3.4.3 Zip-Elbow Etkisi, Basamak ve Perforasyon Oluşumu.....	35
3.4.4 Alet Kırığı.....	35
3.4.5 Çalışma Boyunda Meydana Gelen Değişimin Belirlenmesi	35
3.5 İstatistiksel Değerlendirme	35
4. BULGULAR.....	36
4.1 Kanalın Orijinal Şeklinde Meydana Gelen Değişim.....	36
4.1.1 Preparasyon Sonrası Kanal Genişliği.....	36
4.1.2 Eğimin Dış Kısmında Oluşan Genişleme Miktarı	38
4.1.3 Eğimin İç Kısmında Oluşan Genişleme Miktarı.....	41
4.1.4 Kanalda Meydana Gelen Transportasyon Miktarı	43
4.1.5 Kanalda Meydana Gelen Transportasyon Yönü	46
4.2 Kanal Eğiminde Meydana Gelen Değişim	47
4.3 Zip-Elbow, Basamak ve Perforasyon Oluşumu	49
4.4 Alet Kırığı	51
4.5 Çalışma Boyunda Meydana Gelen Değişim	51
5. TARTIŞMA	53
5.1 Preparasyon Sonrası Kanal Genişliğinin Değerlendirilmesi.....	56
5.2 Eğimin Dış Kısmında Oluşan Genişleme Miktarının Değerlendirilmesi	57
5.3 Eğimin İç Kısmında Oluşan Genişleme Miktarının Değerlendirilmesi	58
5.4 Kanalda Meydana Gelen Transportasyon Miktarının Değerlendirilmesi.....	58
5.5 Kanalda Meydana Gelen Transportasyon Yönünün Değerlendirilmesi.....	60
5.6 Kanal Eğiminde Meydana Gelen Değişimin Değerlendirilmesi.....	62
5.7 Zip-Elbow, Basamak ve Perforasyon Oluşumunun Değerlendirilmesi.....	64
5.8 Alet Kırıklarının Değerlendirilmesi	65
5.9 Çalışma Boyunda Meydana Gelen Değişimin Değerlendirilmesi	67
6. SONUÇLAR	69
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	79

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1	Mtwo ana serisi ve ilave eğeleri	20
Şekil 2.2	Mtwo serisinin enine kesitinin SEM görüntüsü	20
Şekil 2.3	Mtwo serisinin uç kısmının SEM görüntüsü.....	21
Şekil 2.4	K3 serisinin tasarımının avantajları.....	23
Şekil 2.5	K3 serisinin SEM görüntüsü	23
Şekil 2.6	K3 serisinin uç kısmının SEM görüntüsü	24
Şekil 2.7	K3 serisinin sap kısmı.....	24
Şekil 3.1	VDW.GOLD mikro-motoru.....	28
Şekil 3.2	Sabitleyici düzenek	30
Şekil 3.3	Görüntülerin karşılaştırılması.....	33
Şekil 3.4	Ölçüm noktaları	34
Şekil 3.5	Kanal eğiminin belirlenmesi	35
Şekil 4.1	K3 grubuna ait preparasyon sonrası ortalama kanal genişliği grafiği	37
Şekil 4.2	Mtwo grubuna ait preparasyon sonrası ortalama kanal genişliği grafiği.....	38
Şekil 4.3	K3 grubuna ait eğimin dış kısmında oluşan ortalama genişleme grafiği.....	39
Şekil 4.4	Mtwo grubuna ait eğimin dış kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri grafiği	41
Şekil 4.5	K3 grubuna ait eğimin iç kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri grafiği	42
Şekil 4.6	Mtwo grubuna ait eğimin iç kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri grafiği	43
Şekil 4.7	K3 grubunda kanalda meydana gelen ortalama transportasyon değerleri grafiği	44
Şekil 4.8	Mtwo grubunda kanalda meydana gelen ortalama transportasyon değerleri grafiği	46
Şekil 4.9	K3 grubunda preparasyon öncesi ve sonrası kanal eğimleri ile kanal eğiminde meydana gelen değişimin grafiği.....	48
Şekil 4.10	Mtwo grubunda preparasyon öncesi ve sonrası kanal eğimleri ile kanal eğiminde meydana gelen değişimin grafiği.....	49
Şekil 4.11	Basamak oluşumu.....	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1	K3 grubuna ait preparasyon sonrası ortalama kanal genişliği değerleri (mm)	36
Çizelge 4.2	Mtwo grubuna ait preparasyon sonrası ortalama kanal genişliği değerleri (mm).....	38
Çizelge 4.3	K3 grubuna ait eğimin dış kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri (mm).....	39
Çizelge 4.4	Mtwo grubuna ait eğimin dış kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri (mm).....	40
Çizelge 4.5	K3 grubuna ait eğimin iç kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri (mm).....	42
Çizelge 4.6	Mtwo grubuna ait eğimin iç kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri (mm).....	43
Çizelge 4.7	K3 grubunda kanalda meydana gelen ortalama transportasyon değerleri (mm)	44
Çizelge 4.8	Mtwo grubunda kanalda meydana gelen ortalama transportasyon değerleri (mm).....	45
Çizelge 4.9	K3 grubunda kanalda meydana gelen transportasyonun yönü	47
Çizelge 4.10	Mtwo grubunda kanalda meydana gelen transportasyonun yönü.....	47
Çizelge 4.11	K3 grubunda kanal eğimleri	48
Çizelge 4.12	Mtwo grubunda kanal eğimleri.....	49
Çizelge 4.13	K3 grubunda oluşan basamak sayıları ve oranları.....	50
Çizelge 4.14	Mtwo grubunda oluşan basamak sayıları ve oranları	50
Çizelge 4.15	K3 ve Mtwo gruplarında meydana gelen çalışma boyu kaybına ait ortalama değerler (mm)	52

SİMGELER DİZİNİ

Ni	Nikel
P	Olasılık değeri
S	Standart sapma
Ti	Titanyum
\bar{X}	Ortalama

KISALTMALAR DİZİNİ

ADA	Amerikan Dişhekimleri Birliği
ANSI	Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü
çb	Çalışma boyu
D	Eğimin dış kısmında oluşan genişleme
dk.	Dakika
E _D	Eğim açılarındaki değişim
E _Ö	Preparasyon öncesi kanal eğimi
E _S	Preparasyon sonrası kanal eğimi
FDI	Federation Dentaire Internationale
G	Preparasyon sonrası kanal genişliği
gcm	Gramsantimetre
GG	Gates Glidden
ISO	International Standart Organization
İ	Eğimin iç kısmında oluşan genişleme miktarı
kg	Kilogram
KW	Kruskal Wallis
mm	Milimetre
Ncm	Newtonsantimetre
Nmm	Newtonmilimetre
no	Numara
rpm	Revolutions per minute
SEM	Scanning Electron Microscopy
TC-106 JWG-1	Technical Committee 106 Joint Working Grup
TR	Transportasyon

1. GİRİŞ

Günümüzde tüm güvenilir endodontik teknikler kök kanallarının tam olarak temizlenmesi, dezenfeksiyonu ve doldurulması üzerine kurulmuştur. Modern endodonti bu üçlüyü temizleme ve şekillendirme, mekanik dezenfeksiyon ve kök kanal dolgusu şeklinde belirlemiştir [1].

Kanalların temizlenmesi ve şekillendirilmesi başarılı bir endodontik tedavinin anahtarıdır. Kök kanal preparasyonu esnasında diştten sadece pulpa dokusu, nekrotik debris, mikroorganizmalar ve enfekte dentin uzaklaştırılmamalı; aynı zamanda kanal boşluğu bir dolgu materyali ile üç boyutlu olarak tıkanacak bir biçimde şekillendirilmelidir. Preparasyon esnasında yapılan işlemler kök kanal sisteminin anatomisi hakkında ayrıntılı bilgi gerektirmektedir [2, 3].

Klinik başarı oranı, kök kanal sisteminin maksimum derecede boşaltılması, etkin ve kalıcı bir şekilde doldurulmasıyla artmaktadır [1]. Son yıllarda, gerek kök kanal eğelerindeki gerekse preparasyon tekniklerindeki gelişmelerle kök kanallarının preparasyonunda karşılaşılan zorluklar ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Kök kanal preparasyonunu kolaylaştırmak ve çalışma zamanını kısaltmak için farklı endodontik aletler kullanıma sunulmuştur [4]. İlk defa 1899 yılında Rollins tarafından yapılan endodontik başlıktan sonra kanallarda mekanik preparasyon amacıyla kullanılmak üzere çok sayıda endodontik angl-druva imal edilmiştir [1]. Paslanmaz çelikten imal edilmiş endodontik kanal aletlerindeki bazı eksiklikleri ortadan kaldırmak için nikel titanyum (Ni-Ti) kanal aletleri geliştirilmiştir [5-7].

Ni-Ti eğelerin kullanıma girmesi ile motorla güvenli kullanılabilecek ege fikri doğmuştur. Ni-Ti döner kanal eğelerinin elle kullanılan paslanmaz çelik eğelere göre daha az transportasyon meydana getirdiği ve preparasyon süresini kısalttığı saptanmıştır [8].

Ni-Ti döner kanal aletleri tork kontrolü olmayan havalı ve elektrikli motorlar ile tork kontrollü elektrikli motorlar gibi farklı türde motorlarla birlikte kullanılmaktadır [9]. Tork; bir kuvvetin, bir cismi, bir eksen etrafında döndürme eğilimidir. Teorik olarak, bir kanal aleti yüksek torkla kullanıldığında daha aktif olur, aletin kilitleme oranı ve sonuç olarak da deformasyon ve kırılmaya eğilim artar. Düşük tork ise, aletlerin kesme etkinliğini azaltır ve aletin kanal içerisinde ilerlemesi zorlaşır [10].

Çalışmamızda VDW.GOLD (VDW, Mnh, Almanya) tork kontrollü elektrikli motor Mtwo ve K3 Ni-Ti döner kanal eğeleri ile birlikte kullanılmıştır. Rotasyonel hareketle preparasyon yapan bu sistemde, tork ve hız ayarı çalışma öncesinde ayarlanabilmektedir.

n vitro olarak gerçekleştirdiğimiz bu çalışmanın amacı, Ni-Ti döner kanal eğelerine uygulanan farklı tork değerlerinin eğri kök kanal preparasyonuna etkilerinin incelenmesidir. Elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirmesi ile Ni-Ti döner kanal eğelerine uygulanan farklı tork değerlerinin, preparasyon sırasında meydana gelen komplikasyonlara etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Kök kanal preparasyonunun amacı; kanal sistemini orijinal şeklini koruyarak üç boyutlu temizlemek ve şekillendirmektir [11]. Şekillendirme; pulpa, bakteri ve bakteri endotoksinlerinin elimine edilmesine yardımcı olarak temizlemeyi kolaylaştırmakta ve üç boyutlu bir tıkama için düzgün, konik bir boşluk oluşturmaktadır [11, 12]. Geçmiş yıllarda kök kanallarında kullanılan kimyasal maddeler üzerinde çok çeşitli araştırmalar yapılmış olmakla birlikte günümüzde araştırmacıların çoğu, başarılı bir endodontik tedavinin dolgudan önce kök kanallarının ideal şekilde temizlenmesi ve şekillendirilmesine dayandığını kabul etmektedir [3, 11, 13]. Bu kanal içi işlemler, kanalda bulunan iritanları periapikal dokudan uzak tutarak iyileşmenin başlamasına izin vermektedir [3].

Kök kanal preparasyonu, orijinal kök kanal şekline bütünüyle uyum gösterecek ve kanal dolgu maddelerinin kolayca uygulanmasına imkan verecek şekilde yapılmalıdır. Ancak bu şekilde hazırlanan kök kanalları, sızdırmaz bir şekilde doldurulabilir [11, 14].

İdeal şekilde hazırlanmış bir kanal;

1. Orijinal kanalın ana hatlarını göstermelidir. Kökler ve kanalın doğal kurvatürleri dikkate alınmalıdır. Kanal genişletilmesinde bu kurvatür korunmaya çalışılmalıdır.
2. Kanal, dolgu maddelerinin yerleştirilebileceği bir şekil göstermelidir.
3. Genişletme sonucunda en dar ebatlarının apikalde, çoğu defa dentin-sement birleşimine yakın olan apikal daralım bölgesinde bulunduğu bir kanal şekli ortaya çıkmalıdır.
4. Kanal preparasyonu, kök boyunca geride kalan diş yapılarına maksimum dayanıklılık sağlayacak bir genişlik göstermelidir.
5. Herhangi bir artık doku bırakılmamalıdır.
6. Foramen apikaleye gittikçe daralan, düzgün tersine konik bir şekil sağlanmalıdır.
7. Apikalde kullanılan son alet, kullanılan ilk aletten en azından iki ebat daha büyük olmalıdır.
8. Kök kanallarında basamak oluşumu ve perforasyon meydana gelmemeli, alet kırılmamalıdır [1].

Kanal dezenfeksiyonunun sağlanması ve kök kanallarının etkin bir şekilde yıkanması için kanal duvarlarındaki düzensizlikler giderilmeli ve yıkama solüsyonlarının etkinlikleri artırılmalıdır [11, 14, 15].

Kök kanallarının sızdırmaz bir şekilde doldurulabilmesi için kanalların orijinal eğimi korunarak şekillendirilmesi gerekir. Eğri kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında meydana gelen düzleşme sonucunda kanalın en dar yeri sıklıkla apikalden koronale doğru yer değiştirir. Bu yer değiştirme sonucunda oluşan tersine çevrilmiş koni şeklindeki düzensiz bölge nedeniyle kanalın doldurulma işlemi zorlaşmaktadır [16].

2.1 Kök Kanal Sisteminin Kompleks Yapısı ve Kök Kanal Eğimlerinin Sınıflandırılması

Kök kanal boşluğu genellikle kompleks bir yapı gösterir ve birçok farklı konfigürasyona sahiptir [17]. Pek çok dişte birden fazla foramen, apikal dallanma ve furkasyonda aksesuar kanallar bulunmaktadır [18].

Kök kanallarının her biri kendine özgü farklı bir morfolojiye sahiptir. Bu nedenle endodontik uygulamalar ve araştırmalar için standartlara gerek duyulmuştur. Sınıflandırmalar;

1. Tek köklerde kanalın sayısı ve ilişkisi,
2. Enine kesit formları,
3. Ana kanalın uzun eksenini boyunca olan eğim üzerine formüle edilmiştir [19].

Çeşitli kanal eğim formları farklı sınıflandırmalara dahil edilmiştir. Bu sınıflandırmalardan en geçerli olanları:

Schneider'a göre [20]

- 5° veya daha az eğim gösterenler “düz” kanal,
- 10°-20° arasında eğim gösterenler “orta” derecede eğri kanal,
- 25°- 70° arasında eğim gösterenler “şiddetli” derecede eğri kanal.

Miller'e göre [21]

- Type 1. Açısı $\leq 10^\circ$ olan kanallar,
- Type 2. Açısı $>10^\circ$ ve $\leq 20^\circ$ olan kanallar,
- Type 3. Açısı $\geq 20^\circ$ olan kanallar.

Ingle ve Taintor'a göre [22]

- Apikal eğim,

- Tedrici eğim,
- Orak şeklinde eğim,
- Dilaserasyon,
- Bayonet şekilli kanallar.

Zidell'e göre [23]

- Şiddetli eğim,
- Dilasere eğim,
- Bayonet şeklinde eğim,
- Apikal bifurkasyon,
- Apikal eğim,
- İlave kanallar,
- Lateral ve aksesuar kanallar .

Dobo Nagy ve arkadaşlarına göre [19]

- Düz veya I form,
- Tüm uzunluğu boyunca eğimli kanal veya C form,
- Apikal eğim veya J form,
- Çok sayıda eğimli veya S form.

Southard ve arkadaşlarına göre [15]

- Klinik ve proksimal olarak tek yönde ortalama $19,5^{\circ}$ - 27° arasında eğimli kanallar,
- S şeklinde eğimli kanallar,
 - a. Hem klinik hem de proksimal görüntüsü S şeklinde olan kanallar
 - b. Klinik görüntüsü S, proksimal görüntüsü tek yönlü olan kanallar
 - c. Klinik görüntüsü tek yönde, proksimal görünümü S şeklinde olan kanallar.

2.2 Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Oluşabilecek Başarısızlıklar

Dişhekimleri kanal tedavisinde gerek tedavi öncesi tanı, gerekse uygulama esnasında dişlerin morfolojilerindeki, intra veya extra radiküler patolojilerindeki farklılıklara, teknik zorluklara ve iatrojenik nedenlere bağlı olarak başarısızlıklarla karşılaşabilirler [17]. Temizleme ve şekillendirme işlemleri sırasında oluşan komplikasyonlar ani ve sıklıkla fark edilmeden meydana gelirler. Bu komplikasyonların çoğu preparasyon aletleri üzerindeki hatalı kontrolün sonucu oluşmaktadır [24]. En çok karşılaşılan komplikasyonlar şunlardır:

2.2.1 Çalışma Boyunun Kaybı

Çalışma boyunun kaybı tıkanmalar, basamak oluşumu ve alet kırılması ile oluşabilmektedir. Temizleme ve şekillendirme işlemlerinde çalışma boyunun korunması için aşağıdaki kriterlere uyulmalıdır:

1. Referans noktaları sağlam ve tekrar yararlanılabilir bölgelerde olmalıdır.
2. Kanal aletlerinin gövdesi ile dik açılı sabit ve güvenli lastik stoplar kullanılmalıdır.
3. Kanal aletleri steril gazlı bez veya pamuk arasında önceden yumuşak bir kıvrımla eğilendirilebilir.
4. Referans noktalarına yaklaşırken kanal aletlerinin stopları devamlı olarak gözlenmelidir.
5. Doğrultu gösterebilen kanal aleti stopları kullanılmalıdır. Stobun doğrultusu aletin kanal anatomisine göre doğru konumda yerleştirilmesini sağlar.
6. Kanal aletinin pozisyonunu radyografik olarak incelerken sabit radyografik açılar kullanılmalıdır.
7. Kanalın preoperatif şekli temizleme ve şekillendirme işlemleri esnasında korunmalıdır.
8. Temizleme ve şekillendirme işlemleri esnasında bol irrigasyon yapılmalı ve rekapitülasyon uygulanmalıdır.
9. Aletler numara sırasıyla ve ebat atlanmadan kullanılmalıdır [1].

2.2.2 Basamak Oluşumu

İşlemsel bir hata sonucu oluşan periodontal ligamente açılmadan orijinal kanal kurvatüründen sapma, *ledge formation* veya *ledging* olarak adlandırılan ve kök kanal preparasyonu esnasında en yaygın görülen komplikasyonlar arasındadır. Genellikle eğelerle çalışma boyundan kısa çalışıldığında meydana gelir ve kanal tıkanır. Bu bir basamak ya da kök kanalının asıl yoluna teğet geçen yeni bir yol oluşturur [25].

Basamak, kanal aletlerinin apekse kadar yerleştirilmelerini engelleyen ve kök kanal duvarı yüzeyinde yapay olarak oluşturulan düzensizliktir [1]. Çalışma boyunda yeterli kanal preparasyonu gerçekleştirilmeyi engeller, kök kanal sisteminin eksik preparasyonu ve dezenfeksiyonu ile birlikte eksik kanal dolgusuyla sonuçlanır [26]. Basamak oluşumunun daha ileri evresinde lateral perforasyon görülebilir [1].

2.2.3 Apekte Zip Oluşumu

Eğrilik derecesi fazla olan kanalların preparasyonunda kum saati şekli ve apekte zip oluşumu daha büyük sıklıkla görülmektedir. Zipping veya eliptikasyon kanalın apikal bölümünün transportasyonu veya transpozisyonudur [1].

Kanalın zip oluşan kısmındaki doku, dentin debrisleri ve diğer kanal içerikleri temizlenemeyeceği gibi bu alanda tam bir tıkama sağlanamaz. Bu şekildeki bir transportasyonun tedavinin prognozu üzerine çok ciddi etkisi vardır [24].

Kullanılan aletin tipi ve yapısı ne olursa olsun numarası büyüdükçe kanalda zip oluşumunu artırmaktadır. Önlem olarak, eğimlendirilmiş eğelerin özellikle kanalın apikal 3-4 mm'lik bölümünde kısa ileri-geri hareketle, rotasyon yapmadan ve eğenin kanaldaki pozisyonu değiştirilmeden kullanılması önerilir [1].

2.2.4 Kök Kanalının Transportasyonu

Kanalın doğal eğiminin ve gidiş yolunun değişmesidir. Eğri kanallarda kullanılan kanal aletleri apikal bölümde dış duvardan daha fazla aşındırma yapma eğilimindedir. Koronal bölümde ise tam tersine kanal duvarının iç yüzünden daha fazla aşındırma yapılmaktadır [1].

2.2.5 Perforasyon

Endodontik perforasyonlar, kök kanalı ve periodonsiyum arasında bir ilişkiyle sonuçlanan kökteki yapay açıklıklardır [27]. Kök kanal tedavilerinin % 3-10'unda meydana gelen ciddi bir dental komplikasyondur [28, 29].

Perforasyon kanalın aranması, genişletilmesi veya post boşluğunun hazırlanması sırasında oluşabilir [1]. Eğri bir kök kanalında basamak, apikal transportasyon ya da apikal zip oluşumu sonucu perforasyon meydana gelebilir [17]. Perfore olmuş dişler uzun süre hiçbir semptom göstermese de bazen yıllar sonra ani periodontal reaksiyonlar verebilmektedir [1].

2.2.6 Alet Kırıkları

Alet kırıkları ve deformasyonları kök kanal tedavisindeki ciddi sorunlardır. Şekillendirme esnasında kanal aletleri kanal içerisinde kilitlenebilir veya sıkışabilirler. Kilitlenmiş aletler çoğunlukla kırılmaya yol açan yüksek derecede strese maruz kalırlar [30].

Kırık oluşumu iki farklı mekanizmadan kaynaklanır. Bunlar torsiyona bağlı kırıklar ve metalin döngüsel yorgunluğuna bağlı kırıklardır. Torsiyona bağlı kırıklarda kırılmış alet üzerinde defekt gözlenirken, döngüsel yorgunluğa bağlı kırılmalarda herhangi bir defektin eşlik etmediği keskin bir kırık hattı gözlenmektedir. Torsiyona bağlı kırıklar küçük numaralı eğelerde, döngüsel yorgunluğa bağlı kırıklar ise büyük numaralı eğelerde daha fazla görülürler [31].

Aletlerin esneklikleri, kırılmaya meyillerinde önemli rol oynamaktadır. Alet kırılması, aletin fiziksel özellikleri olan eğilme momenti, torsiyon, defleksiyonun yanında üretim şekli ve kullanım süresine bağlıdır. Sterilizasyonun da kırılma üzerindeki etkisinin çelik aletlerde anlamlı derecede etkili olduğu bildirilmiştir [32]. Alet kırıklarında prognoz, kırılan aletin etrafının ne kadar iyi doldurulduğuna bağlıdır [33].

2.3 Kök Kanallarının Preparasyon Yöntemleri

Kanal preparasyonu için önerilen teknikler apikal bölümde genişletmeyi ön plana alan veya koronal bölümdeki genişletmeyi öncelikle yapan yaklaşımlar olmak üzere iki ana grup altında toplanabilirler [1].

2.3.1 Apikal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler

2.3.1.1 Standardize Preparasyon Tekniği

Kök kanalı şekillendirme yöntemlerinin ilk geliştirilene ve bugün birçok dişhekimi tarafından klasik yöntem diye adlandırılan “Geleneksel yöntem” veya “Apikal stop preparasyonu”, Ingle tarafından tanıtılmıştır [17].

Bu yöntemde özellikle hangi tip eğelerin kullanılması gerektiği belirtilmemiştir, genellikle düz kanallarda uygulanmıştır ve şekillendirmenin kaç numaralı eğe ile bitirilmesi gerektiği belli değildir. [17].

Kanala uygun olan eğenin çalışma boyunda yerleştirilmesinden sonra çeyrek dönüşten yarım dönüşe kadar saat yönünde hareket verilir ve sonra geri çekilir. Eğe temizlenir ve tekrar kanala yerleştirilerek bu işleme üç çeyrek dönüşle devam edilir. Tekrar çıkarılır, temizlenir ve bu defa tam bir dönüş yapılır. Eğenin dönmesinde herhangi bir engelle karşılaşmadığından emin olunduktan sonra bir üst numaraya geçilir, ilk uygulanan eğe daha büyük eğelerin kullanılmalarından sonra tekrar kanal içi

debrislerin alınması ve duvarlardaki düzensizliklerin giderilmesi amacıyla kullanılır. İşlemler sırasında irrigasyon solüsyonlarının bol miktarda uygulanmasının ve eğerlerin nemli bir ortamda çalışmasının önemi büyüktür [1].

Bu teknikle kök ucundan koleye doğru konik şekilde genişleyen bir kanal hazırlamak imkansızdır. Özellikle eğri kanallarda bu şekil gerçekleştirilemez. Apikal transportasyon, perforasyon veya duvarda çentik oluşumuna neden olunabilir [34].

2.3.1.2 Step-back Tekniği

Step-back yönteminde ana kural şekillendirmenin apikalden koronale doğru yapılmasıdır [17]. Teknik özetle şu şekilde uygulanır:

Kök kanalı, çalışma boyuna kadar 25 numaralı eğe ile prepare edilmişse 30 numaralı eğe 25 numaradan 1 mm kısa olarak yerleştirilir. 30 numaralı eğe rahatça çalışmaya başladığında 25 numaralı eğe tekrar kanala çalışma boyutunda yerleştirilerek kanal duvarında basamak ortadan kalkıncaya kadar kullanılır. Her bir eğe yaklaşık olarak 1 mm kısa olarak uygulanır. Bununla beraber her işlemden sonra 25 numaralı ya da iki önceki eğe ile ara eğerlemeler yapılır [1].

Bu tekniğin avantajları arasında, basamak oluşturma ve perforasyon oluşturma ihtimalinin azalması, irregüler şekilli kanallarda düzgün bir genişletme elde edilmesi, kanalda daha başarılı bir boşaltma sağlanması, klinik uygulama süresinin kısalması ve preparasyonu dar olan apikal bölümden yukarı doğru açılışı fazlalaştırdığından guta perka ile yapılan kanal dolgusunda ideal bir kondensasyon sağlanması sayılabilir [1].

2.3.1.3 Balanced- force (Roane) Tekniği

Bu teknik eğri kök kanallarının preparasyonu amacıyla 1985 yılında Roane ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir [35]. Teknik için özel tasarlanan Flex-R eğerleri dört hareketle kullanılır.

1. Döndürmeden hafif bir basınçla kök kanalına yerleştirilir.
2. 180° saat yönünde çevrilir.
3. Dentini aşındırma amacıyla saat yönünün tersi yönde 120° veya daha büyük açılarla eğenin kaldırabileceği kadar basınçta eğeye bir veya iki devir rotasyon hareketi yaptırılarak apekse doğru itilir. Bu işleme çalışma boyunda istenen derinliğe ulaşıncaya kadar devam edilir.
4. Döndürmeden kanaldan çıkarılır [17].

Bu teknikte aşırı eğri kanallarda ideal bir preparasyon yapılabilmesine karşın, preparasyonlar çok geniş ve eğeler kırılmaya yatkındır[1].

2.3.2 Koronal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler

2.3.2.1 Step-down Tekniği

Goerig ve arkadaşları [36] tarafından azı kök kanallarında apikal preparasyonun kolaylaştırılması amacıyla geliştirilmiştir. Step-back ve Basıncsız Crown-down yöntemlerinin bir kombinasyonudur [22].

Preparasyon koronal giriş, radiküler giriş ve apikal preparasyon olmak üzere 3 aşamada yapılmaktadır [1]. Kanalın koronal 2/3'ünün preparasyonu 15-25 numaralı Hedström eğeler ile yapılır. Eğeler hafif basınçla kanala yerleştirilir ve furkasyondan uzak karşı taraftaki kanal duvarına doğru yönlendirilerek aşağı yukarı hareketlerle kullanılır. İrrigasyon yapıldıktan sonra 2 numaralı veya daha yüzeysel olarak 3 numaralı Gates-Glidden (GG) frezleri koronal kısmın genişletilmesinde kullanılır [36].

Hedström eğeleri ve GG frezlerinin kullanımı ile kanalın koronal 2/3'ünde genişletme sağlanır ve apikal bölüme düz bir giriş elde edilir. Apikal bölüm çalışma boyu belirlendikten sonra Step-back tekniğindeki gibi prepare edilir [36].

Tekniğin dezavantajı, özellikle dar kanallarda basamak oluşumu, apikal blokaj ve perforasyondur [17].

2.3.2.2 Double-Flared Tekniği

Fava [37] tarafından 1983 yılında tasarlanmıştır. Bu teknik düz kanallar veya eğri kanalların düz bölümlerinde önerilir. Kalsifiye kanallarda, genç daimi dişlerde ve açık apeksli dişlerde önerilmemektedir [37].

Bu teknikte pulpa odasında irrigasyon yapılarak 15-20 numaralı bir ege radyografide belirlenen ortalama çalışma boyuna kadar ileri-geri hareketlerle yerleştirilir. Bu işlemin amacı, irrigasyon solüsyonunun kanalın derinliklerine kolayca ulaşmasını sağlamaktır. Çalışma boyunu belirlemek için radyografi alınır. Sonrasında irrigasyon yapılarak, korondan apikale doğru kökün servikal üçlüsünde sıkışacak bir ege ile preparasyona başlanır ve sırasıyla sonraki küçük numaralı eğeler çalışma derinlikleri 1'er mm artırılarak apikal 1/3 kök kısmının başlangıcına kadar preparasyona devam edilir. Ardından irrigasyon yapılarak çalışma boyuna ulaşıncaya kadar

preparasyona devam edilir. Çalışma boyuna ulaşıldıktan sonra kanal Step-back tekniği ile prepare edilir [37].

2.3.2.3 Crown-down Basıncsız Preparasyon Tekniği

Bu yöntem Morgan ve Montgomery [38] tarafından tasarlanmıştır. Bu preparasyon tekniğinde, eğeler büyükten küçüğe doğru kullanılarak kanalın koronal bölümünün öncelikli olarak genişletilmesi ana prensiptir. Pulpa odasına girişi takiben 2/3 koronal bölüme yapılan radiküler girişle preparasyona başlanır [1].

Bu teknikte 35 numaralı eğe kuvvet uygulanmadan ilk dirençle karşılaştığı noktaya kadar ilerletilir. Bu derinlik 16 mm veya eğimin başladığı nokta olmalıdır. 16 mm'den daha kısa ise radyografiye bakılarak bu direnç noktasının eğimden mi yoksa daralmadan mı kaynaklandığı belirlenir. Eğimden dolayı ise; bu derinlik radiküler giriş mesafesi olarak kullanılır. Daralmadan kaynaklanıyor ise; 35 numaralı eğe kolayca 16 mm derinliğe ulaşana kadar el eğeleri ile kanal genişletilir. Sonra 2 ve 3 numaralı GG frezleri radiküler girişi tamamlamak için apikal baskı uygulanmadan kullanılır [38].

Geçici çalışma boyu teşhis filminde apeksten 3 mm kısa olacak şekilde belirlenir. 30 numaralı eğe kanalda ilk dirençle karşılaştığı yere kadar yerleştirilir ve apikal baskı uygulanmadan iki tur döndürülür. Aynı şekilde 25 numaralı eğe uygulanır. Bu seri sıra ile en küçük eğe geçici çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlanır [38].

Geçici çalışma boyuna ulaşan eğe tekrar kanala yerleştirilir ve gerçek çalışma boyunu belirlemek için radyografi alınır. Eğe radyografik apeksten 3 mm veya daha kısa yerleşmişse bir küçük eğe kanala yerleştirilip pasif olarak iki defa döndürülerek kanaldan çıkarılır. Bu işlem gerçek çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlanır. Bu ilk preparasyon serisidir. İkinci ve üçüncü preparasyon serileri 35 ve 40 numaralı eğe ile başlar ve ilk preparasyon serisindeki işlemler aynı şekilde tekrarlanır. Bu şekilde güvenli bir apikal preparasyon elde edilinceye kadar işleme devam edilir. Bu teknikte eğelere ön eğim verilmez [38].

Teknikte kanalın koronalden apikale doğru genişletilmesi, apikalden daha az debrisin taşmasını sağlar [39]. Fakat bu tekniğin uygulanması daha zordur. Apikale geçiş sırasında basamak oluşma tehlikesi yüksektir ve GG frezlerinin motorla kullanımı ile furkasyon bölgesinde lateral perforasyon oluşma tehlikesi vardır [17].

2.3.2.4 Canal Master Teknik

Bu teknik Wildey ve Senia [40] tarafından önerilmiştir. Yöntemde kesici olmayan uç bölümü, kısa bir kesici baş kısmı ve esnek olan gövde bölümünden oluşan Canal Master adı verilen özel eğeler kullanılır. Bu eğeler elle ve turla uygulanmak üzere 2 tipte üretilirler [1].

Yöntem eğri kanallarda çalışma boyunun tesbitinden sonra turla kullanılan 80 numaralı eğeyle kanalda engelle karşılaşılan derinliğe kadar inilir ve preparasyona geçilir. Koronal genişletmenin ardından elle kullanılan eğe grubuna geçilir. Eğri kanallarda düz kanallardan farklı olarak büyük egeden küçüğe doğru ve korondan apikale doğru değil, küçükten büyüğe ve apikalden koronale doğru ilerlenir [1].

Bu teknikle yapılan preparasyonların geleneksel eğelere oranla daha hızlı ve kolay olduğu, ayrıca eğimli kanallarda transportasyonu önemli miktarda azalttığı belirtilmiştir [41, 42].

2.3.2.5 Antikurvatür Eğeleme Tekniği

Bu yöntem Abou-Rass ve arkadaşları [43] tarafından geliştirilmiştir. Eğri kök kanallarında kurvatüre bağlı olarak kök kanal duvarı ile sement arasındaki dentinin kökün her bölgesinde aynı kalınlıkta olmadığı ve strip tipte perforasyonun önlenmesi düşüncesiyle önerilmiştir [1].

Teknikte çevresel eğelemenin aksine, önceden eğim verilmiş aletlerle kanal dış kurvatüründen daha fazla eğeleme yapılır. Böylece karşı kurvatürdeki tehlikeli bölge korunur [17].

2.4 Kök Kanalının Şekillendirilmesinde Kullanılan Endodontik Aletler

Dişhekimliğinde kullanılan çoğu alet endodontik çalışmalarda kullanılabildiği halde bazı el aletleri endodontik işlemler için özeldir [44].

Kök kanallarının mekanik preparasyonunda kullanılan ilk jenerasyon aletler yalnızca ön grup dişlere uygun, uzun saplı birkaç çeşit halinde üretilmiştir. Daha sonraları kök kanal tedavisindeki ilerlemelerle arka grup dişlerde de başarı sağlayan daha küçük aletler geliştirilmiştir. İşlemlere uygun aletlerle hekimin daha hassas çalışmalar yapabilmesi sağlanmıştır [1].

Uluslararası standart normların oluşturulması kanal aletlerinin geliştirilmesinde önemli bir adımdır. Çünkü sadece standardize edilmiş aletler kanal tedavisinin sistematik bir şekilde uygulanmasını sağlar ve başarılı bir tedaviye izin verir [17].

Geçmişte aletler 1'den 12'ye kadar değişen numaralarla imal ediliyordu. Bu numaralar aletin boyutları ile ilgili standart bir ölçümü ifade etmiyordu. Numaralar ard arda gelen ve gittikçe kalınlaşan aletleri gösteriyordu. Bu numaralarla ilgili olarak her imalatçının kendi belirlediği ölçümler bulunuyordu. Aletin ucuna doğru gösterdiği incelme ile ilgili herhangi bir sistem de bulunmuyordu. Daha büyük aletler daha fazla incelme oranı gösteriyordu. Bu durum kanal boyunca uygun bir genişletme sağlanmasında büyük güçlükler oluşturuyordu [1].

Son yıllarda aletlerin kalitesini yükseltmek için kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin ISO (*International Standards Organization*), FDI (*Federation Dentaire Internationale*) ile birlikte TC-106 JWG-1 (*Technical Committee 106 Joint Working Grup*) adı altında çalışmaktadır. ADA'da (*American Dental Association*), ANSI(*American National Standard Institute*) ile birlikte bu gelişme içinde yer almıştır [44].

1976' da Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü ve Amerikan Dişhekimleri Birliği (ANSI/ADA no. 28) K tipi reamer için ilk bildirisini yayınlamıştır. 1982' de bunu 58 no'lu ANSI/ADA bildirisini ile H tipi eğelerin standardizasyonu takip etmiştir [17].

Aletlere özgü iki ISO ve FDI standardı vardır. ISO ve FDI no. 3630/1, K tipi eğeler (ANSI ve ADA no. 28), Hedström eğeler (ANSI ve ADA no. 58), tirnerf ve törpüler (ANSI ve ADA no. 63) ile ISO ve FDI no. 3630/3 ise, tepiciler, plüger ve spreaderlar (ANSI ve ADA no. 71) ile ilgilidir [44].

Standartlarda koniklik, uç geometrisi ve imalatta kabul edilebilir ebat sapmaları verilmiştir. Ayrıca sap bölümündeki renk kodlamaları yapılmıştır [1].

Standartlaştırılmış bir kök kanal aletinde, kesici spirallerin aletin ucunda başladığı yer D_0 olarak adlandırılır ve 16 mm devam ederek D_{16} 'da sonlanır. D_{16} 'da aletin çapı D_0 'dan 0.32 mm büyük olarak belirlenmiştir. Standart koniklik .02 olarak ayarlanmıştır. Her 1 mm'lik uzunlukta, genişlik 0,02 mm artmaktadır [3].

Aletlerin numaralandırılması D_0 'ın milimetrenin yüzdeleriyle belirtilen çapı şeklinde gösterilir. Aletler 60 numaraya kadar 5'er aralıklarla büyür. Yani çap olarak 0.05 mm farklılıklar gösterir. 60 numaradan sonra 0,10 mm farklılık vardır. Standartlaşmaya rağmen aletlerin ölçümlerinde bazı sapmalar bulunabilir. Çapta kabul

edilebilen maksimum sapma düzeyi 0,02 mm'dir. Eğeler ve reamerlar 21, 25 ve 31 mm olmak üzere 3 farklı uzunlukta bulunurlar [1].

Kök kanal preparasyonunda kullanılan endodontik aletlerin sınıflandırılması üç grupta yapılır:

Grup 1- Tirnerf, K ve H tipi eğeler gibi el ve parmakla uygulanan aletleri içerir.

Grup 2- Bu gruptaki tipik aletler Gates Glidden ve Peeso reamerlardır.

Grup 3- Grup 1'dekine benzer tipteki aletlerin motorlu cihazlarla kullanılanlarını kapsar. Bununla birlikte Grup 3'teki aletlerin sapları angl-druvaya takılan tiplerin sapları ile yer değiştirmiştir. Geçmişte döner kök kanal eğeleri nadiren kullanıldığı için bu grupta çok az alet vardı. Fakat son zamanlarda Ni-Ti döner kanal eğeleri endodonti kliniklerinde oldukça popüler olmuştur [44].

2.4.1 Reamerlar

Reamerların enine kesiti üçgen formdadır. Spiralleri eğelerden daha seyreklerdir. Enine kesitinin fazla olmaması nedeniyle esneklikleri de yüksektir. Pulpa kanalı içeriklerinin alınması, kanal duvarlarının genişletilmesi ve düzeltilmesi amacıyla kullanılırlar [1].

Reamerlar dönme hareketi ile fonksiyon gördüklerinden eğri kanallarda kullanılmamalıdır. İleri-geri eğeleme hareketi ile kullanıldıklarında eğelerden daha az etkilidirler [1].

2.4.2 K Tipi Eğeler

K tipi eğeler 1915'te Kerr firması tarafından üretilen, dentinin kesilmesi için kullanılan eski eğelerdendir. Enine kesitleri kare formdadır [44]. K tipi eğelerde her mm'lik uzunlukta reamerlardan daha fazla sayıda spiral bulunmaktadır. Böylece kesici kenar sayısı artmıştır. Daha sık olan bu spiraller eğenin esnekliklerini de artırır [1].

Esas olarak döndürme hareketi yapılmadan kanaldan dışarı çekilerek kullanılırlar fakat kanalı döndürme hareketiyle de genişletebilirler [17]. Özellikle eğri kanallarda ileri-geri hareketle kullanılması önerilmez. Bu durumda dentin parçalarının apikali tıkanmasıyla basamak oluşabilir [1].

2.4.3 Hedström Eğeler

Hedström eğeler (H tipi) K tipi eğelerden daha agresiftirler [44]. Yivlerinin keskinliğinden dolayı iyi kesim yapan eğelerdendir. Dikkatli kullanıldığında dentin

duvarlarını K tipi eğeler ve reamerlardan daha hızlı şekilde başarıyla tıraşlar. Bu eğe ayrıca gümüş konların ve kırık aletlerin kanaldan çıkarılmasında da kullanılır [3].

H tipi eğe eğeleme hareketiyle kullanılır. Çekme hareketinde kanal duvarını aşındırırken itme hareketinde aynı etkiye sahip değildir. H tipi eğenin dizaynında kesici kenar açısı ve yivler arasındaki mesafe eğenin işleyişi için önemlidir. Kesici kenar açısı pozitifse eğe dentin yüzeyinde rende gibi çalışır. İdeal bir eğe, maksimum etki için nötr veya pozitif kesici kenar açısına sahip olmalıdır. H tipi eğelerde bu açı 60°'dir. K tipi eğelerde gözlenen, yivlerin açılması gibi herhangi bir belirti olmadan kırılabilirler [44].

H tipi eğeler özellikle eğri kök kanallarında kanal iç duvarında, yarı ve yan perforasyonlara kadar gidebilen aşırı incelmeler meydana getirebilir. Bu eğelerin apikal perforasyon tehlikesi de Reamer ve K tipi eğelere göre belirgin olarak fazladır. Eğri kanallarda zip ve elbow oluşumuna neden olabilir. Kesici kenar açısının kanal girişi yönünde olması nedeniyle çekme hareketinde kanaldan daha çok materyal aşındırırken basınç ile az miktarda debris apikale taşır. Bu nedenle tıkama tehlikesi bu eğelerde Reamer ve K tipi eğelere göre oldukça düşüktür [17].

2.4.4 Hibrit Eğeler

Birçok yeni eğe dizaynı K ve H tipi eğelerin basit modifikasyonudur. Bu eğeler herhangi bir ulusal veya uluslararası standarda göre yapılmazlar fakat sıklıkla boyut numaralandırması K ve H tipi eğeler için olan özelliklere uygundur [44].

Enine kesit geometrisindeki değişikliklerle ve özel çelik kullanılmasıyla daha fazla esneklik elde edilmiştir. Ayrıca kenarların keskinliği ve kenarlar arası mesafe artırılarak dentin talaşları için daha fazla yer oluşturulmasıyla kesme etkinliğinin artırılması amaçlanmıştır [45].

Hibrit eğelerin bazıları şunlardır:

2.4.4.1 K-Flex Eğeler

K tipi eğelerin dayanıklılık ve çok yönlülüğü ile H tipi eğelerin kesme etkinlikleri birleştirilerek tasarlanmış hibrit eğelerdir [46]. Piramidal ucu ve eşkenar dörtgen kesiti ile karakterizedir [17]. Enine kesiti eşkenar dörtgen olan eğeler hem esneklik hem de torsiyon açısından kare şeklinde kesiti olan eğelere göre daha üstündür [47].

Kesme açısının küçülmesi ve kesici kenar uzunluğunun % 25'lik artışından dolayı kesme kabiliyeti K tipi eğelere göre daha fazladır fakat kesme yeteneğini çabuk kaybetmektedir [17].

2.4.4.2 K-Flexofile Eğeler

Geleneksel K tipinden farklı olarak debris için daha fazla yer ve daha keskin kesici bıçak kenarı sağlayan üçgen kesite sahiptir. Güvenli ucu ve dar uç açısı sayesinde basamak oluşumu ve transportasyonu azaltmaktadır. 12 numaradan 37 numaraya kadar ara numaraları vardır [45, 48, 49].

2.4.4.3 Unifile ve S-file Eğeler

Unifile, H tipi eğelerin geliştirilmiş şekillerinden ilkidir [22]. Bu eğeler S şekilli enine kesit gösterir. Kesici kenarlar çift heliks formundadır. Enine kesitindeki geniş hacim ilave torsiyonal dayanıklılık sağlar. Bu nedenle hem eğeleme hem de reaming hareketi ile etkili bir şekilde kullanılabilirler [49]. Genişletme sonunda kanal duvarları pürüzlü ve dalgalıdır [50]. Aynı ISO büyüklüğündeki H tipi eğeden daha kalın çapları vardır. Bu sebeple daha az esnektirler ve H tipi eğelere göre kırılmaya meyilleri daha azdır [51].

S-file'da spirallerin derinliği H tipi eğeden daha azdır ve uç kısımdan sapa doğru gittikçe artar. Spiral açıları ege uzunluğu boyunca uniformdur. S şekilli eğenin avantajı tek bir ege ile hem kökün orta ve koronal bölümünde çekme hareketiyle kesme fonksiyonunu göstermesi hem de apikal preparasyonda reaming işlevini gösterebilmesidir [1].

2.4.4.4 Flex-R Eğeler

Roane [35] tarafından geliştirilmiştir. Hem K hem de H tipi eğenin özelliklerini taşıyan hibrit bir tasarım gösterir. Enine kesitte standart K tipi geometri gösterir. Uç bölümü kesmemekte ve oluklu yüzeyler taşımamaktadır [1].

Üçgen kesit ve kesici kenar açısının büyük olması iyi bir kesme yeteneği sağlar ve bu konuda K flex eğeleri ile K tipi eğelerden daha üstündür. Nadiren deformasyon ve kırılma gösterdikleri bildirilmiştir [50].

Eğenin tasarlanmasında alet ucundan kesici kenarların uzaklaştırılması esas alınmıştır. Böylece kök kanalında zip, elbow, basamak ve perforasyon oluşumu

engellenip kanal formunun korunması amaçlanmıştır. Bu eğelerin “Balanced Force” tekniği ile kullanımı önerilmiştir [35].

2.4.5 Ni-Ti Eğeler

Geleneksel olarak, karbon çeliğinden yapılan aletlerin korozyona eğilimi, koroziv kimyasal maddelerin kullanımından ve buharla sterilizasyon yapılmasından dolayı paslanmaz çelik alaşım kabul görene kadar önemli bir problem olmuştur [52, 53].

Geleneksel el eğeleri özellikle eğri kanallarda kullanıldığında sıklıkla temizleme ve şekillendirme işlemlerini gerçekleştirmeyi başaramamaktadır [54-56]. Bu farklılık kanal düzleşmelerinden ve kanal sapmalarından sorumlu olan, kanal kurvatürünü yüksek lateral kuvvetler olmadan takip edemeyen rijit paslanmaz çelik eğelerden kaynaklanmaktadır [35]. Paslanmaz çelik eğelerin kırılma ve yeteri kadar esnek olmamasının getirdiği problemler yeni materyallerin araştırılmasını zorunlu kılmıştır. Ni-Ti alaşımların kullanıma girmesi ile bu alanda en umut verici sonuçlara ulaşılmıştır [57].

Ni-Ti alaşım 1960’lı yılların başında W.F. Buehler tarafından geliştirilmiştir. Alaşımı oluşturan maddelerin ve geliştirilen laboratuvarın baş harfleri birleştirilerek Nitinol olarak adlandırılmıştır [58].

Titanyum, korozyon direnci, biyouyumluluk, hafif olma gibi özellikleri nedeniyle dental ve medikal alanlarda yaygın kullanım alanları bulmaktadır. Titanyumun özgül ağırlığı azdır, aşırı derecede düşük ısı iletme kabiliyeti vardır, elastikiyet modülü düşüktür, alaşımları halinde yapısal olarak sağlamdır ve korozyona dayanıklıdır [1].

İlk Ni-Ti endodontik eğe Walia ve arkadaşları [59] tarafından tasarlanmıştır. Kök kanal tedavisinde kullanılan aletlerdeki Ni-Ti alaşım % 56 nikel ve % 44 titanyum içerir. Oluşan kombinasyon major komponentlerin birebir oranıdır ve alaşım diğer metalik sistemler gibi çeşitli kristalografik formlarda bulunabilir [58].

Eğri kök kanallarının endodontik preparasyonu hekimler için oldukça önemli bir problem olmuştur. Ni-Ti kanal eğelerinin geleneksel paslanmaz çelik kanal eğelerine göre daha yüksek olan esneklikleri ve torsiyonel kırığa olan yüksek direnci eğri kanallarda tercih edilmesini sağlamıştır [60, 61]. Yapılan bir çalışmada Ni-Ti eğelerin paslanmaz çelik kanal eğeleriyle karşılaştırıldığında kırılmaya karşı yüksek bir direnç gösterdiği bildirilmiştir [59]. Paslanmaz çelik kanal eğeleri kullanıldığında tüm preparasyon teknikleri için kanalın orijinal aksından sapmaya eğilim vardır. Orijinal

eğiminden sapma basamak oluşumu, zip ve perforasyon gibi işlemsel hatalara öncülük edebilir. Bu nedenle yeni endodontik eğeler ve teknikler bu hataları azaltmak için geliştirilmektedir [62].

Ni-Ti kanal eğeleri kanal transportasyonu, zip ve basamak oluşumu oranını kısa bir sürede, çevresel, daha merkezi preparasyon meydana getirerek azaltmaya yardımcı olur [63, 64]. Çok dar kanallarda daha az kontrollü kullanımı ve başlangıç girişinde eğeye ön eğim verilememesi dezavantajdır. Artan elastisiteden dolayı kesme etkinliği de paslanmaz çelik ile karşılaştırıldığında daha çabuk azalmaktadır [1].

Ni-Ti'den yapılmış kanal aletleri kullanıma sunulduğundan beri farklı Ni-Ti döner kanal eğesi sistemleri gündeme gelmiştir. Bu sistemler gerçekte uçların, kesici bıçakların, aletlerin konikliğinin, eğim açılarının ve spiral açılarının tasarımına göre farklılık gösterirler [65, 66]. Ni-Ti alaşımların torsiyonal ve fleksural özellikleri nedeniyle bu sistemlerde kullanımı mümkün olmuştur.

Ni-Ti eğeler döner sistemlerle kullanıldığında preparasyon zamanı elle kullanılan eğelerden önemli derecede daha kısadır [67]. Motorla kullanılan Ni-Ti eğelerin elle kullanılanlara göre daha iyi özelliklere sahip bir kanal preparasyonu hazırladığı belirtilmiştir [57].

Son zamanlarda kök kanal tedavisinde kullanılan bazı Ni-Ti döner kanal eğesi sistemleri şunlardır:

- ProFile ve ProFile GT
- Quantec
- Mtwo
- Lightspeed
- Hero 642
- K3
- RaCe
- Flexmaster
- ProTaper

2.4.5.1 ProFile ve ProFile GT

ProFile Ni-Ti döner kanal eğeleri (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) .02, .04, .06 ve .08 koniklikteki eğeler şeklinde bulunmaktadır. Bu eğeler üçlü sarmallı, radyal alanlarla

ayrılmış simetrik U şekilli olukları ile ayırt edilirler. U şekilli yapısı klinik kullanım sırasında debrisin koronale ve kanal dışına etkili şekilde taşınmasını sağlar [68].

ProFile Ni-Ti döner kanal eğelerinin yuvarlatılmış uç tasarımı vardır ve bu uç tasarımı daha az transportasyon ve basamak oluşturur [1]. Kesici kenarları negatif kesim açısına sahiptir [68]. Bu eğelerinin kesici kısımları dentin duvarlarına dokunurken ve şekillendirirken, uç kısmı eğenin kanal içinde aşağı doğru ilerlemesine rehberlik eder [1].

15-90 numaralı boyutları vardır, paslanmaz çelik eğelerin tersine, daha büyük ProFile Ni-Ti döner kanal eğeleri, daha küçük eğelerden daha çok deforme olur. Eğelerin büyük konikliğe sahip olması ve dönüş esnasında yüzey hareketi ile dentini kaldırması düzgün kanal duvarlarına sahip konik bir preparasyon oluşturur [7, 69].

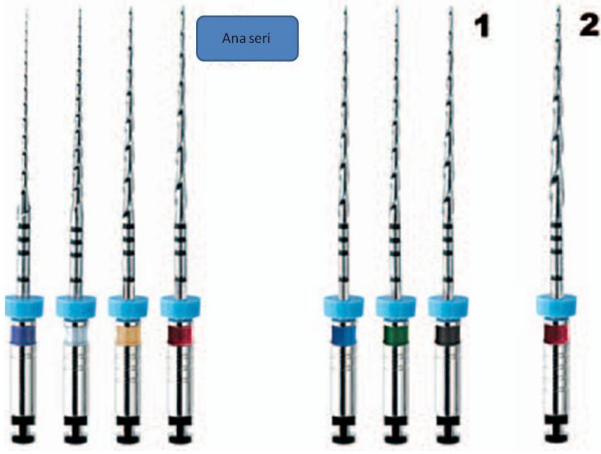
ProFile GT Ni-Ti döner kanal eğeleri, U şekilli olarak tasarlanmıştır. GT döner sistem üç çeşit eğe içermektedir. İlk dört eğe .12, .10, .08, .06 konikliktedir. Tüm eğelerin uç çapı 0,20 mm'dir. İkinci dört eğe .04 koniklikte olup uç çapı 0,20 mm'den 0,35 mm'ye değişmektedir. Son eğe grubu olan GT Accessory eğeler .12 koniklikte ve uç çapları .35, .50, .70'tir. Bu sistemde giderek artan koniklikteki bir eğe serisinin kullanılmasının sebebi, istenilen şekilde flaring sağlamak ve GG frezlerinin kullanımından kaçınmaktır [10, 70-72]

2.4.5.2 Quantec

Quantec (SybronEndo, Orange, CA, Amerika), .02, .03, .04, .05, .06, .08, .10, .12 koniklikte bulunan bir eğe serisidir [12]. Eşit olmayan aralıklı geniş radyal alanlara ve azaltılmış periferel yüzeylere sahiptir. Sürtünme direncini azaltmak için radyal alan, marjinal alan bırakılarak periferel yüzeyin azaltılmasıyla modifiye edilmiştir. Quantec serisi kanal eğelerinin uç tasarımı daha çok dentin kaldırmaktadır [73]. Geleneksel eğelerdeki negatif kesme açısı bu eğelerde pozitifdir. Bu sayede daha iyi bir kesim sağlanır [1, 74].

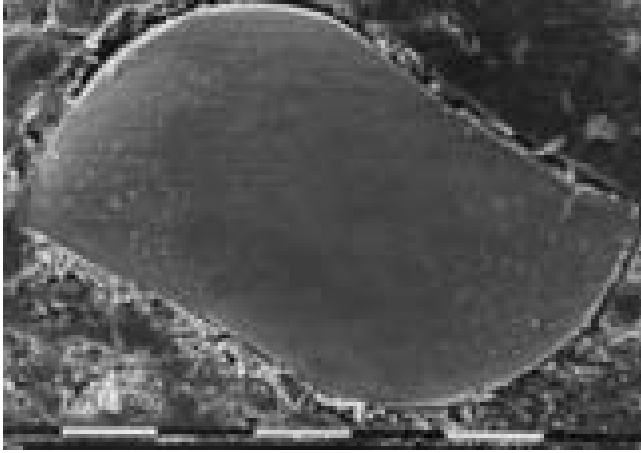
2.4.5.3 Mtwo

Mtwo Ni-Ti döner kanal eğelerinin (VDW, Münih, Almanya) ana serisi, açısı .04 ile .07 arasında olan ve numaraları 10' dan 40' a uzanan sekiz eğeden oluşur (Şekil 2.1). Üretici firmaya göre tüm eğeler kök kanalının tam uzunluğunda kullanılmalıdır [75]. Eğeler ön koronal genişletme yapmadan 300 rpm hızda kullanılmaktadır [76].

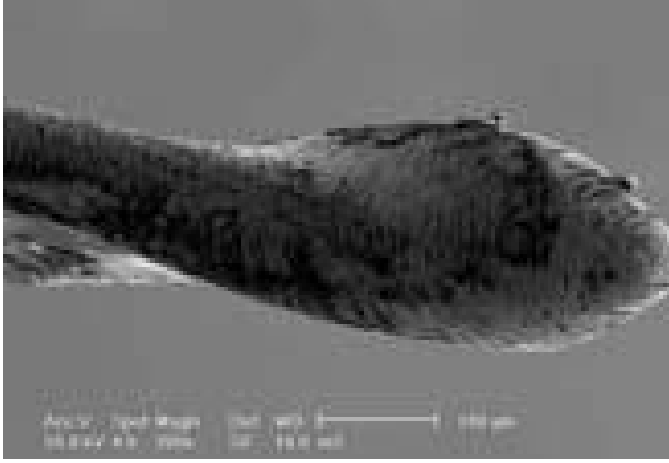


Şekil 2.1 Mtwo ana serisi ve ilave eğeleri [76]

İtalik S şekilli kesiti ve kesici olmayan güvenli bir ucu vardır (Şekil 2.2, Şekil 2.3). Bu eğeler iki kesici kenarıyla dentini etkili şekilde kestiği iddia edilen pozitif kesme açısı ile karakterizedir [75].



Şekil 2.2 Mtwo serisinin enine kesitinin SEM görüntüsü [76]



Şekil 2.3 Mtwo serisinin uç kısmının SEM görüntüsü [76]

Heliks açısı değişken ve kendine özgüdür. Büyük numaralı eğelerde heliks açısı daha fazla iken küçük numaralı eğelerde açı azalmıştır. Bu, büyük numaralı eğelerin küçük numaralılara göre kesme etkinliğinin daha fazla artmasına ve daha fazla mekanik dirence neden olur [76].

Kesici kenarları arasındaki mesafe uçtan sap kısmına doğru artmaktadır. Bu tasarımın devamlı rotasyon sırasında sıkışmayı önlemek ve debrisin apikale doğru taşınmasını azaltmak şeklinde iki fonksiyonu vardır [75].

Dentinal debrisi uzaklaştırmak için maksimum boşluğa, güvenli ve hızlı preparasyon için de minimum dairesel kanal duvarı temasına sahiptir.

Yüksek esnekliği ve yorulmaya olan direnci, Mtwo Ni-Ti döner kanal eğelerinin birçok eğri kanalda etkili ve güvenilir şekilde kullanılmasını sağlar [76].

2.4.5.4 Lightspeed

Lightspeed serisi (Lightspeed Inc, San Antonio, TX, Amerika) kesit olarak ProFile ve ProFile GT serisi eğelerine benzemektedir. Bununla birlikte alev formunda kısa kesici ucu ve uzun çalışma boyuyla GG frezlere benzemektedir. Uzun spiralsiz sap kısmı kanal eğimlerinde rahat çalışmayı sağlar. Çalışma yüzeyi az olduğu için yüksek hızda çalışmayı gerektirmektedir (1000-2000 devir/dk.). Boyutları 20-140 arasındadır. Yarı boyutları da içerir (22,5-27,5 v.b.) [44]. Lightspeed eğelerin nötral bir kesme açısı ve kesici olmayan ucu vardır [77].

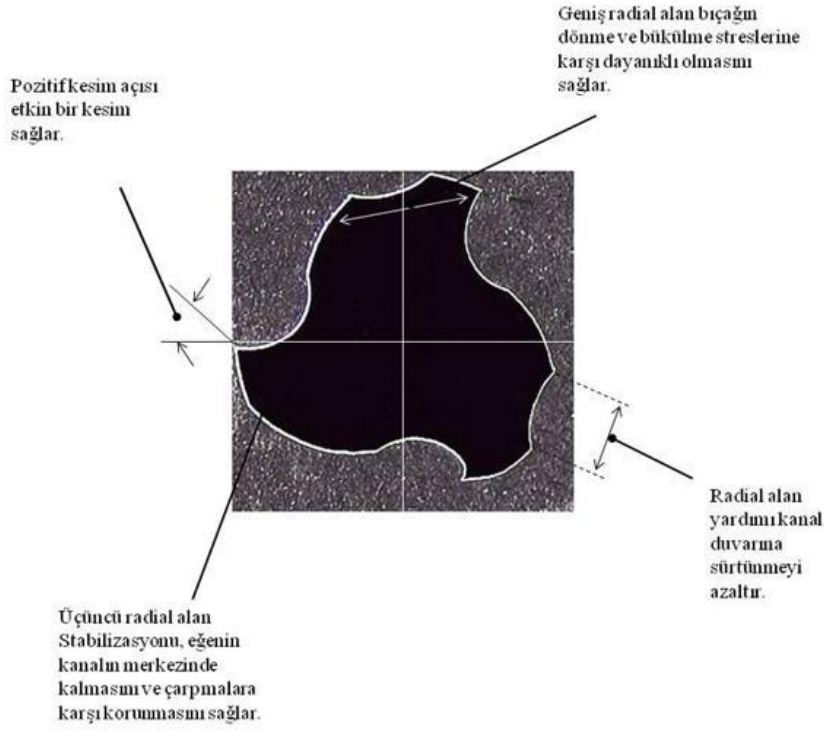
2.4.5.5 Hero 642

Hero 642 Ni-Ti döner kanal eğeleri (MicroMega, Besançon, Fransa) keskin yivli, üçlü helikal yapıdadır ve Hedström eğelere benzer. Yivler arasında sürekli artan mesafeden dolayı kök kanalına sıkışma riski azalmıştır. 500-600 devir/dk. hızla çalışılması önerilmektedir. Eğeler 20-45 ebatlarında bulunur ve apikal preparasyonun 30 numaraya kadar yapıldığı crown-down tekniği ile çalışılması önerilir [44]. Hero 642 enstrümantasyon sisteminde genel olarak, kolay kanallar 3 adet, orta zorluktaki kanallar 5 adet, zor kanallar 6 adet eğe ile şekillendirilir [78].

2.4.5.6 K3

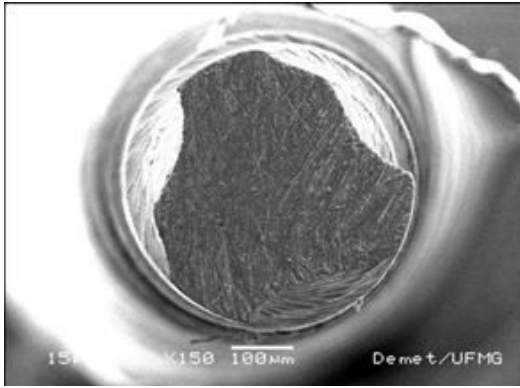
K3 (SybronEndo, West Collins, CA, Amerika) üçlü yivli, hızlı, etkili ve güvenli kesim için tasarlanmış asimetrik endodontik eğe sistemidir. Bir kanal eğesinin kesme etkinliği kesim açısına bağlıdır. Pozitif kesme açısı etkinliği artırmaktadır. K3 kanal eğelerinin pozitif kesme açısı ve asimetrik tasarımı etkili bir preparasyon sağlamaktadır [79, 80].

Dentin talaşları, K3'ün kesme işlemiyle rahat bir şekilde çalışma alanından kanal ağzına doğru ulaştırılmaktadır. Bunda da farklı heliks açısına sahip olması önemli rol oynamaktadır. K3 serisi kanal eğelerindeki artırılmış radial alan rotasyon sırasındaki periferik dayanıklılığını artırmaktadır. Üçüncü radial alan stabilizasyonunu ve eğenin kanal içerisinde daha merkezde kalmasını sağlamaktadır (Şekil 2.4). Radyal alan yardımı kanal duvarına sürtünmeyi azaltmaktadır [80].



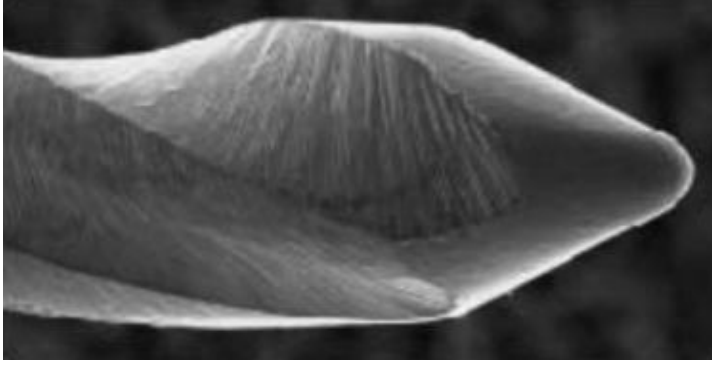
Şekil 2.4 K3 serisinin tasarımının avantajları [80]

Enine kesitteki farklı geometrik yapısı K3 eğelerini kırılmaya karşı diğer döner kanal eğelerinden daha dirençli hale getirmektedir [80] (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 K3 serisinin SEM görüntüsü [81]

Kesici olamayan uç kısmı eğenin kanal içerisinde rahat ilerlemesini sağlarken, basamak, zip ve perforasyon meydana gelmesini de önlemektedir [80] (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 K3 serisinin uç kısmının SEM görüntüsü [82]

Ayrıca eğenin sap kısmı posterior bölgede daha rahat çalışılabilmesi için yaklaşık 4 mm kısa olarak tasarlanmıştır [79] (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 K3 serisinin sap kısmı

K3 eğeler .02-.12 arası 6 farklı koniklikte, birçok uzunluk ve numarada bulunmaktadır. Bu özellik düz, tek köklerden kalsifiye, eğri köklü molarlara kadar birçok vakada farklı tekniklerle kullanımına olanak sağlamaktadır [80].

2.4.5.7 RaCe

RaCe (FKG, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) enine kesitte üçgen şekillidir. Farklı kesici kenarların bulunması (düz bir yapıdan sarmallı yapıya geçiş) operasyon sırasında tork kuvvetlerinin azaltılarak eğenin kanal içinde sıkışmasını önlemektedir. .02-.10 koniklikte ve 15-60 numaralar arası eğeleri vardır [83].

RaCe'nin yüzeyi, elektrokimyasal bir dizi işlemle geçirilmiş ve böylece kesme etkinliği artırılmıştır [83]. Üretici firma tarafından bu işlemle debristen temizlenin daha

kolay olduğu, bükülmeye ve metal yorgunluğuna karşı çok iyi dayanıklılık gösterdiği ve kırılmaya karşı dayanıklılığın arttığı belirtilmektedir. Kesici olmayan uç kısmının eğenin kullanılmasında kolaylık sağladığı ve perforasyon, basamak oluşumu gibi sorunlara yol açmadığı belirtilmektedir. Eğenin kullanım takibi için hafıza diski ve bununda 8 adet ayrılabilen yaprağı bulunmaktadır. Kolay bir kanaldan sonra 1 yaprak, orta derecede zorlukta bir kanaldan sonra 2 yaprak, zor bir kanaldan sonra da 3 yaprak koparılır [84].

2.4.5.8 Flexmaster

Yakın zamanda geliştirilmiş Ni-Ti döner kanal eğesi olan Flexmaster (VDW, Münih, Almanya), enine kesitte dışa doğru genişleyen konveks ve üçgen bir yapıdadır. Üretici firma eğenin bu özelliğinin stabilizasyonu, kesme etkinliğini ve bükülmeye karşı direnci artırdığını belirtmektedir. Flexmaster serisinin düzleştirilmiş, kesici olmayan uç kısmı vardır. Ayrıca radyal alan bulunmaz. 15-30 numaralı eğeler .02, .04 ve .06 koniklikte, 35, 40 ve 45 numaralı eğeler ise sadece .02 koniklikte bulunmaktadır. Aşırı eğri kanallarda üretici firmanın belirttiği şekilde, koronal ve orta üçlü daha fazla koniklikteki eğelerle prepare edilirken, apikal bölgenin ise .02 koniklikteki eğelerle prepare edilmesi gerektiği belirtilmektedir [85].

2.4.5.9 ProTaper

ProTaper Ni-Ti döner kanal eğesi (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre), konveks üçgen kesit ve kesici olmayan uç kısmına sahiptir. Konveks üçgen kesiti sayesinde dentin ile eğe arasındaki temas alanı azaltılmış olur, etkili bir şekilde debrisin kanal dışına çıkışını sağlar [12]. Bu sistemin 250-350 devir/dak sabit hızla çalışılması önerilmektedir [86].

ProTaper serisi gittikçe artan bir konikliğe sahiptir. Bu özellik klinik olarak esnekliği ve kesme etkinliğini artırmaktadır, bu sayede eğri kök kanallarında yapılması gereken rekapütülasyon sayısı azaltılmıştır [12].

Kök kanal preparasyonunu kolaylaştırmak ve preparasyon zamanını kısaltmak için farklı endodontik aletler kullanıma sunulmuştur [4]. İlk defa 1899 yılında Rollins tarafından yapılan endodontik başlıktan sonra kanallarda mekanik preparasyon amacıyla kullanılmak üzere pek çok sayıda endodontik angı-druva imal edilmiştir [1].

Devamlı olarak aynı yönde dönen, aletlerin sıkışma ve dentine saplanma riskini göz önüne alarak devamlı dönüşü çeyrek dönüş haline getiren özel angl-druvalar geliştirilmiştir. Bu aletler iki grup halinde toplanabilir:

Birinci grup çeyrek dönüş yapan ve vertikal hareketi hekimin sağladığı aletlerdir. Giromatik (Micro Mega, Besançon, Fransa) sistem bu gruba örnek olarak verilebilir. İkinci grup ise eğeye çeyrek dönüşü ilave olarak vertikal yönde aşağı-yukarı hareketler yaptırmaktadır. Canal finder (Society Endo Technique, Marsilya, Fransa) ve W&H (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) bu gruptaki angl-druvalardandır [1].

2.5 Tork

Bir kuvvetin, bir cismi, bir eksen etrafında döndürme eğilimi tork denilen bir nicelikle ölçülür. Tork, eğerlere kök kanal preparasyonu sırasında farklı düzeylerde uygulanır ve eğerin yüzeyine gelen kuvvet ile eğerin merkez aksına olan uzaklığının bir sonucudur [87]. Teorik olarak bir kanal aleti yüksek torkla kullanıldığında daha aktif olur, aletin kilitlenme oranı ve sonuç olarak da deformasyon ve kırılmaya eğilim artar. Halbuki düşük tork aletlerin kesme etkinliğini azaltır ve aletin kanal içerisinde ilerlemesi zorlaşır. Preparasyon yapan kişi eğeye kuvvet uygulama eğilimi gösterebilir ve egede kilitlenme, deformasyon ve kırılma oluşumunu teşvik edebilir [10].

Torsiyonal kırıklar dönen eğe dar kanallarda zorlandığı zaman meydana gelir. Bu durumda sürtünme artar ve eğeyi döndürmek için yüksek tork gerekir, sonuç olarak eğe daha yüksek derecede torka maruz kalır. Dentinin kaldırılmasına karşı olan direncin düşük olduğu düz kanallarda, bu stres klinik olarak önemli değildir. Bununla birlikte, eğri ve kalsifiye kanallarda bu direnç yüksektir ve eğe uca yakın kısımda sıkışabilir [62].

Tork kontrolü olmayan havalı ve elektrikli motorlar ile tork kontrollü elektrikli farklı türde motorlar Ni-Ti döner kanal aletleriyle birlikte kullanılmaktadır [9].

Geleneksel yüksek torklu motorlarda tork 3 Ncm'den büyüktür. Yeni düşük torklu motorlarda ise tork 1 Ncm'den küçüktür. Yüksek torklu bir motor kullanıldığında aletin spesifik tork limiti sıklıkla aşılır, bu nedenle aletin kırılma riski artar [88].

Tork kontrolü olan motorlarda tork değerleri döner aletlerin kırılma anındaki tork değerlerinden daha düşük değerlere ayarlanabilir. Bu durumda, muhtemelen alet motorda ayarlı tork değerine eşit olan torsiyonal strese maruz kaldığında motor durur ve tersi yönde dönmeye başlar. Böylece alet kırığı engellenebilir [9].

Düşük tork kontrollü motorların başlıca avantajı, döner kanal eğeleriyle yapılan preparasyonda dokusal ve zihinsel algılamayı artırmasıdır. Böylece alet kırığı riski azalmaktadır. Ayrıca kanal tedavisinin tekrarlandığı örneğin; basamak oluşumu ile karşılaşılan vakalarda dokusal algılamının artması önemlidir [62].

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda torkun alet kırığına olan etkisi üzerinde durulmuştur. Kanalda çalışan eğe üzerine uygulanan tork değerlerinin kanalın orijinal şeklinde meydana getirebileceği değişiklikler araştırılmamıştır.

Bu çalışmada kullanılan VDW.GOLD (VDW, Münih, Almanya) mikro-motoru, en çok kullanılan Ni-Ti sistemlerinin ön ayarlı değerlerini içeren eğe arşivine sahiptir. Bu sistemler: Mtwo, Flexmaster, ProFile, ProTaper, RaCe, System GT, Hero, K3, Gates Glidden ve Lentülodur. Ayrıca “Dr’s Choice” bireysel programı da mevcuttur. Böylece, eğe üreticisine veya önerilen sıralamaya bağlı kalmadan kullanıcı kendi alet dizinini belirleyebilir.

Cihazın kullanılabilir tork alanı 20 ile 500 gramsantimetre (gcm, 1 gcm= 0,0981 Nmm) arasındadır. Başka bir ifadeyle 10 gcm’lik 49 olası kademe mevcuttur. Kullanılabilir devir alanı ise 200 ile maksimum 3.200 revolutions per minute (rpm) arasındadır. 200 ile 500 rpm arası 10’luk adımlarla ve 500 ile 3.200 rpm arası 100’lük adımlarla seçilebilir.

Cihazda Anatomi (ANA) fonksiyonu bulunmaktadır. Kanal anatomisinin zor olduğu durumlarda tüm eğelerin ön ayarlı değerlerini düşürmek için bu fonksiyon kullanılır.

Ayrıca VDW.GOLD ile başlık ve dudak klipsi birlikte kullanılarak kombine çalışma boyu tespiti ve ayrı bir eğe ile dudak klipsi kullanılarak sadece çalışma boyu tespiti yapılabilir [89].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, kanal eğimleri 31° ile 38° arasında olan ve yaklaşık 19 mm kanal uzunluğuna sahip toplam 120 adet şeffaf rezin blok (FlexMaster Übungsblocks, Ref. V040245, Almanya) kullanıldı. Kanal preparasyonları çeşitli Ni-Ti sistemlerinin ön ayarlı değerlerini içeren VDW.GOLD (VDW, Münih, Almanya) mikro-motoru kullanılarak yapıldı (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 VDW.GOLD mikro-motoru

3.1 Grupların Oluşturulması

Çalışmamızda kullanılan 120 adet rezin blok rastgele iki ana gruba ayrıldı.

Grup M: Bu grupta Mtwo (VDW, Münih, Almanya) serisi kullanıldı. Grup, kullanılan üç farklı tork değerine göre 20 bloktan oluşan üç alt gruba ayrıldı.

Alt Grup 1: Tork değeri 100 gcm,

Alt Grup 2: Tork değeri 150 gcm,

Alt Grup 3: Tork değeri 300 gcm olarak ayarlandı.

Grup K: Bu grupta K3 (SybronEndo, West Collins, CA, Amerika) serisi kullanıldı. Grup, kullanılan üç farklı tork değerine göre 20 bloktan oluşan üç alt gruba ayrıldı.

Alt Grup 1: Tork değeri 20 gcm,

Alt Grup 2: Tork değeri 60 gcm,

Alt Grup 3: Tork değeri 120 gcm olarak ayarlandı.

Alt gruplarda uygulanan tork değerleri preparasyonda kullanılacak alet numaraları için VDW.GOLD cihazında kayıtlı olan tork değerleri incelenerek belirlendi.

Çalışmada kullanılan Mtwo kanal eğelerinin VDW.GOLD cihazında kayıtlı olan tork değerleri;

Mtwo .04/10 no'lu eğe – 120 gcm

.05/15 no'lu eğe – 130 gcm

.06/20 no'lu eğe – 210 gcm

.06/25 no'lu eğe – 230 gcm

.05/30 no'lu eğe – 120 gcm

.04/35 no'lu eğe – 120 gcm'dir.

Çalışmada kullanılan K3 kanal eğelerinin VDW.GOLD cihazında kayıtlı olan tork değerleri;

K3 .06/20 no' lu eğe – 80 gcm

.04/30 no' lu eğe – 80 gcm

.04/25 no' lu eğe – 70 gcm

.04/20 no' lu eğe – 40 gcm

.02/20 no' lu eğe – 20 gcm

.02/25 no' lu eğe – 40 gcm

.02/30 no' lu eğe – 60 gcm

.02/35 no' lu eğe – 90 gcm'dir.

3.2 Preparasyon Öncesi ve Sonrası Görüntülerin Elde Edilmesi

Blokların preparasyon öncesi ve sonrası görüntülerinin alınmasında standardizasyonu sağlamak için sabitleyici bir düzenek oluşturuldu. Bunun için fotoğraf makinesini sabitleyerek karşısına konulan objelerin fotoğrafını çekmek için kullanılan düzenden yararlanıldı.

Rezin bloğun görüntüsünü elde etmek için digital fotoğraf makinesi (Canon Digital IXUS 80 IS) kullanıldı. Makine düzenedeki yerine sabitlendi.

Rezin bloğu sabit pozisyonda tutan akrilik bir model oluşturuldu. Bu model, fotoğraf makinesinin makro çekim modunda kanalı net olarak görüntülediği pozisyonda

düzeneğe sabitlendi (Şekil 3.2). Çalışma süresince fotoğraf makinesi ve akrilik modelin pozisyonunda değişiklik yapılmadı.

Çalışmada kullanacağımız her blok, preparasyonu öncesinde numara verilerek düzenekteki yerine yerleştirildi. Daha sonra düzeneğin aydınlatması ayarlanarak makro modunda bloğun fotoğrafı çekildi. Fotoğrafi çekilen blok, kanalın preparasyonu tamamlandıktan sonra tekrar düzenekteki yerine aynı yönde yerleştirildi ve fotoğrafı çekilerek preparasyon sonrası görüntüsü elde edildi.



Şekil 3.2 Sabitleyici düzenek

3.3 Kök Kanal Preparasyon Yöntemlerinin Uygulanışı

Preparasyonu yapılacak olan blok, kanal görünmeyecek şekilde alüminyum folyo ile sarılarak sadece dokunma duyusuyla preparasyon yapılması sağlandı. Eğeler içeri-dışarı hareketlerle kullanıldı. Her alet değişiminden sonra ve preparasyon sırasında distile su ile bol irrigasyon yapıldı. Preparasyonda kullanılan her kanal eğesi sadece dört kanalı genişletmek için kullanıldı. Tüm gruplarda kullanılan kanal eğeleri yivleri arasında rezin artıkları kalmaması için her kullanımdan sonra distile suyla ıslatılmış gazlı bezle temizlendi.

Grup M. Bu gruptaki alt grupların tümünde cihazın hızı sabit tutularak cihazda bu eğe grubu için kayıtlı bulunan 280 rpm'e ayarlandı. Kanallar Mtwo Ni-Ti döner kanal eğeleriyle tek boyut tekniği kullanılarak genişletildi. Tüm eğeler çalışma boyu (ç.b) olarak kabul edilen 18,5 mm'de şu sıra ile kullanıldı: .04/10 no'lu eğe, .05/15 no'lu eğe, .06/20 no'lu eğe, .06/25 no'lu eğe, .05/30 no'lu eğe, .04/35 no'lu eğe.

Grup K. Alt grupların tümünde cihazın hızı sabit tutularak cihazda bu eğe grubu için kayıtlı bulunan 300 rpm'e ayarlandı. Kanallar K3 Ni-Ti döner kanal eğeleri kullanılarak crown-down tekniği ile prepare edildi. Tüm eğeler şu sıra ile kullanıldı: .06/20 no'lu eğe 9 mm'de, .04/30 no'lu eğe 12 mm'de, .04/25 no'lu eğe 14 mm'de, .04/20 no'lu eğe 16 mm'de, .02/20 no'lu eğe ç.b'da, .02/25 no'lu eğe ç.b'da, .02/30 no'lu eğe ç.b'da, .02/35 no'lu eğe ç.b'da.

3.4 Çalışmada İncelenen Kriterler

Çalışmamızda her iki eğe grubuna uygulanan tork değerleri yönünden grupların değerlendirilmesinde aşağıdaki kriterler üzerinde durulmuştur:

1. Kanalın orijinal şeklinde meydana gelen değişim,
 - Preparasyon sonrası kanal genişliği,
 - Eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarı,
 - Eğimin iç kısmında oluşan genişleme miktarı,
 - Transportasyonun yönü ve miktarı.
2. Kanal eğiminde meydana gelen değişim,
3. Zip-elbow etkisi, basamak ve perforasyon oluşumu,
4. Alet kırığı,
5. Çalışma boyunda meydana gelen değişim.

3.4.1 Kanalın Orijinal Şeklinde Meydana Gelen Değişimin Belirlenmesi

Elde edilen preparasyon öncesi ve sonrası görüntüler bilgisayar ortamına aktarıldı. Adobe Photoshop CS3 (Adobe System, San Jose, CA, Amerika) programı kullanılarak preparasyon sonrası görüntüler negatifleştirildi. Preparasyon öncesi görüntüler ile preparasyon sonrası negatif görüntüler üst üste getirilerek kaydedildi (Şekil 3.3). Çakıştırılmış görüntülerde, görüntü analiz programında (Image J 1.42q, National Institutes of Health, Amerika) kalibrasyon yapılarak çalışmamızın ölçüm noktaları belirlendi. Bu noktaların belirlenmesinde Calberson ve arkadaşlarının [70] uyguladığı yöntem kullanıldı. Bu noktalar;

1. Ölçüm Noktası: Kanal ağzı olan bu nokta tüm örneklerde bloğun üst kenarının 5 mm apikali olarak belirlendi.
2. Ölçüm Noktası: Kanal ağzı ile eğimin başlangıcı arasındaki uzaklığın orta noktası 2. ölçüm noktası olarak belirlendi.

3. Ölçüm Noktası: Eğimin başladığı nokta 3. ölçüm noktası olarak belirlendi.
4. Ölçüm Noktası: Eğimin apikal noktası 4. ölçüm noktası olarak belirlendi. Bu nokta kanalın koronal kısmının merkezini takip eden doğru ile kanalın apikal bölümünün merkezini takip eden doğru arasındaki açının açıortayının kanalla birleştiği noktadır.
5. Ölçüm Noktası: Preparasyonun apikal noktasının 0,5 mm koronali 5. ölçüm noktası olarak belirlendi (Şekil 3.4).

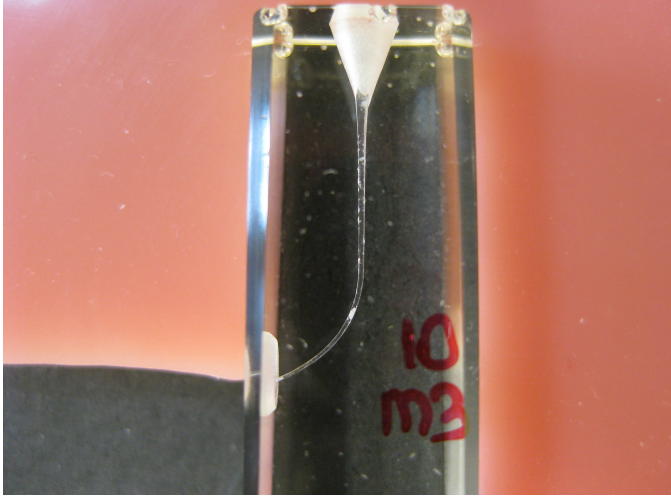
Her ölçüm noktası için:

- Preparasyon sonrası kanal genişliği “G”,
- Eğimin dış kısmında meydana gelen genişletme miktarı “D”,
- Eğimin iç kısmında meydana gelen genişletme miktarı “İ”,
- Kanalda meydana gelen transportasyon miktarı “ $TR=D-I$ ” olarak ölçüldü.

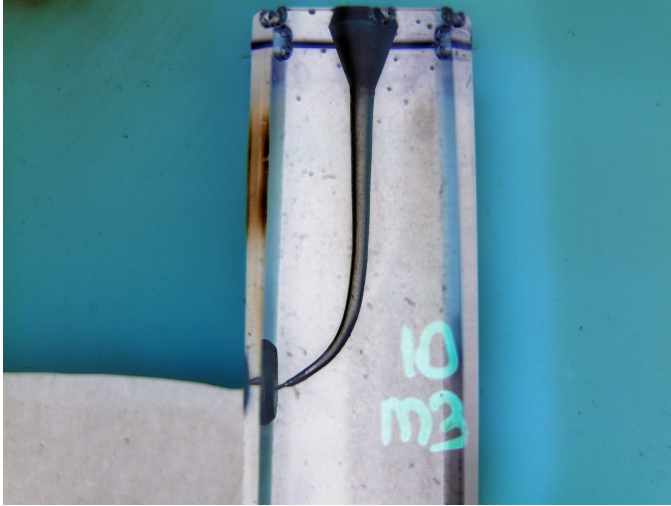
Buna göre $TR=0$ kanalda transportasyon olmadığını,

$TR>0$ transportasyonun yönünün dışa doğru olduğunu,

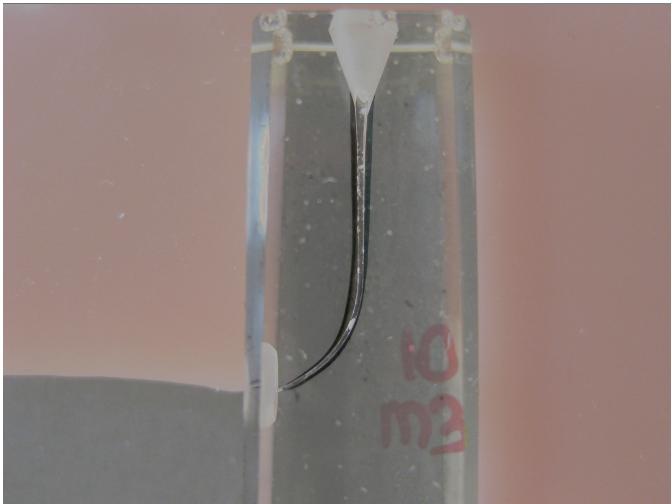
$TR<0$ transportasyonun yönünün içe doğru olduğunu gösterdi.



-a-

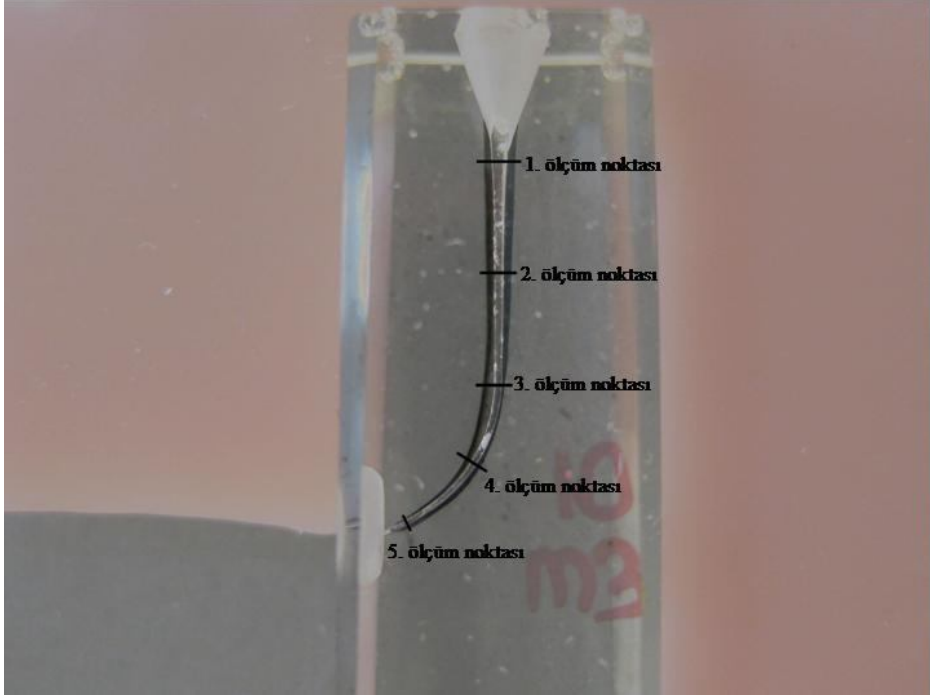


-b-



-c-

Şekil 3.3 Görüntülerin karşılaştırılması: a- Preparasyon öncesi görüntü, b- Preparasyon sonrası negatif görüntü, c- Görüntülerin karşılaştırılmış hali

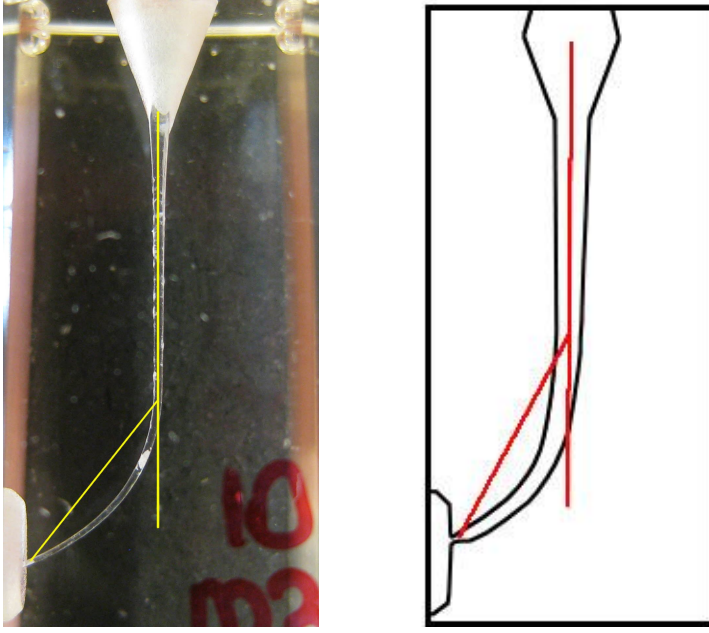


Şekil 3.4 Ölçüm noktaları

3.4.2 Kanal Eğiminde Meydana Gelen Değişimin Belirlenmesi

Bloklardaki kanal eğimleri Bone ve Moule [21]'un yöntemine göre belirlendi. Kanalın uzun aksına paralel bir doğru çizildi. İkinci doğru ise ana eğimin bittiği nokta ile kanalın birinci doğrudan ayrılmaya başladığı nokta arasına çizildi. Bu iki doğrunun kesişmesiyle oluşan açı kanal eğim açısı olarak kaydedildi (Şekil 3.5).

Preparasyon öncesi kanal eğimi E_0 , preparasyon sonrası kanal eğimi E_s , eğim açılarındaki değişim; $E_D = E_0 - E_s$ olarak ölçüldü.



Şekil 3.5 Kanal eğiminin belirlenmesi

3.4.3 Zip-Elbow Etkisi, Basamak ve Perforasyon Oluşumu

Preparasyon sonrası görüntüler; zip, elbow, basamak ve perforasyon oluşumu yönünden incelendi ve değerlendirme yapıldı.

3.4.4 Alet Kırığı

Gruplarda preparasyon sırasında meydana gelen alet kırıkları ve deformasyonlarının sayısı belirlendi.

3.4.5 Çalışma Boyunda Meydana Gelen Değişimin Belirlenmesi

Blokların tümünde çalışma boyu 18,5 mm olarak kabul edildi. Preparasyon sonrasında kanal boyu ana apikal eğe ile tekrar ölçüldü ve iki değer arasındaki fark çalışma boyu kaybı olarak belirlendi.

3.5 İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmamızın verileri SPSS 14.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, Amerika) programına yüklenerek, verilerin değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis, Tukey testi ve Khi-Kare testi kullanıldı. Verilerimiz tablolarda aritmetik ortalama, \pm standart sapma ve blok sayısı şeklinde belirtilip, yanılma düzeyi 0,05 olarak alındı.

4. BULGULAR

Çalışmamızda elde edilen veriler değerlendirilerek daha önce açıklanan kriterler incelenmiş ve aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

4.1 Kanalın Orijinal Şeklinde Meydana Gelen Değişim

4.1.1 Preparasyon Sonrası Kanal Genişliği

K3 grubuna ait alt gruplardaki preparasyon sonrası ortalama kanal genişlikleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde 1. ve 4. ölçüm noktalarında alt gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$).

1. ölçüm noktasında tüm alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Preparasyon sonrası kanal genişliği, bu ölçüm noktasında en fazla torku 20 gcm olan alt grupta görülmüştür.

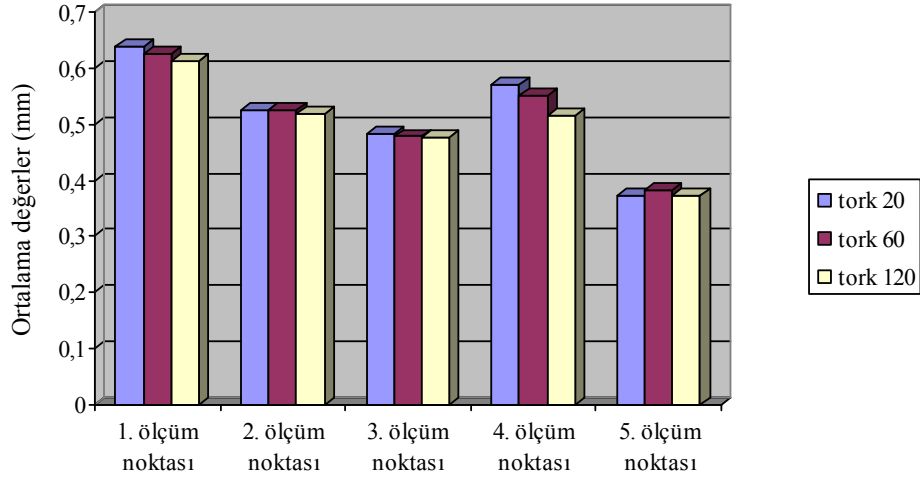
4. ölçüm noktasında torku 120 gcm olan alt grupla, torku 20 ve 60 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Preparasyon sonrası kanal genişliği en fazla torku 20 gcm, en az torku 120 gcm olan alt grupta görülmüştür.

2., 3. ve 5. ölçüm noktalarında ortalama değerler incelendiğinde alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Çizelge 4.1 K3 grubuna ait preparasyon sonrası ortalama kanal genişliği değerleri (mm)

Ölçüm Noktası \ Tork	Tork 20 $\bar{X} \pm S$	Tork 60 $\bar{X} \pm S$	Tork 120 $\bar{X} \pm S$	
1. Ölçüm Noktası	0,638 ± 0,017	0,626 ± 0,008	0,613 ± 0,005	KW=28,04 P=0,001*
2. Ölçüm Noktası	0,525 ± 0,009	0,525 ± 0,012	0,520 ± 0,009	KW=2,39 P=0,301
3. Ölçüm Noktası	0,483 ± 0,018	0,478 ± 0,017	0,475 ± 0,012	KW=3,22 P=0,200
4. Ölçüm Noktası	0,570 ± 0,050	0,552 ± 0,020	0,515 ± 0,020	KW=24,76 P=0,001*
5. Ölçüm Noktası	0,373 ± 0,020	0,381 ± 0,017	0,372 ± 0,012	KW=3,75 P=0,153

* $P<0,05$ önemli



Şekil 4.1 K3 grubuna ait preparasyon sonrası ortalama kanal genişliği grafiği

Mtwo grubuna ait alt gruplardaki preparasyon sonrası ortalama kanal genişlikleri Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde 1., 2. ve 3. ölçüm noktalarında alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

4. ve 5. ölçüm noktalarına ait ortalama değerler incelendiğinde alt gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$).

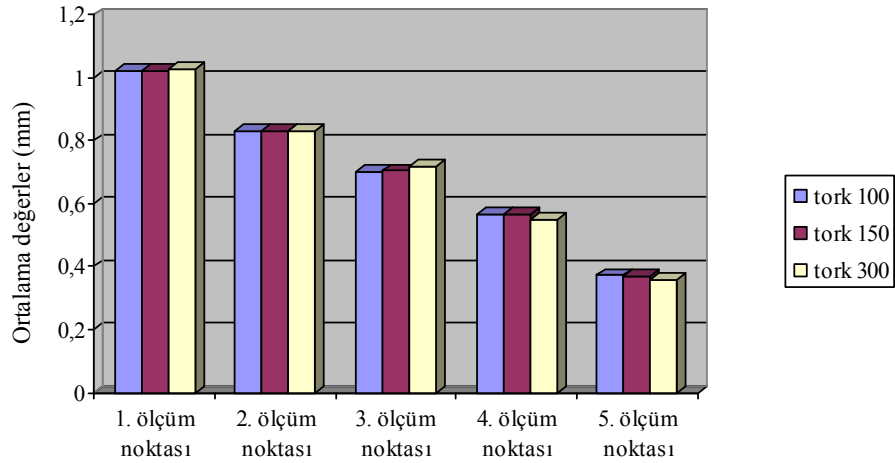
4. ölçüm noktasında torku 100 ile 300 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kanal genişliği, bu ölçüm noktasında en fazla torku 100 gcm olan alt grupta görülmüştür.

5.ölçüm noktasında torku 300 gcm olan alt grupta, torku 100 ve 150 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kanal genişliği, bu ölçüm noktasında en az torku 300 gcm olan alt grupta görülmüştür.

Çizelge 4.2 Mtwo grubuna ait preparasyon sonrası ortalama kanal genişliği değerleri (mm)

Ölçüm Noktaları \ Tork	Tork 100 $\bar{X} \pm S$	Tork 150 $\bar{X} \pm S$	Tork 300 $\bar{X} \pm S$	
1. Ölçüm Noktası	1,023± 0,011	1,021 ± 0,010	1,027 ±0,011	KW=2,36 P=0,307
2. Ölçüm Noktası	0,831 ± 0,014	0,830 ± 0,016	0,831± 0,011	KW=0,05 P=0,972
3. Ölçüm Noktası	0,700± 0,021	0,704 ± 0,022	0,717± 0,038	KW=1,78 P=0,409
4. Ölçüm Noktası	0,568 ± 0,019	0,564 ± 0,564	0,547± 0,034	KW=12,45 P=0,002*
5. Ölçüm Noktası	0,372 ± 0,019	0,370 ± 0,018	0,358± 0,019	KW=6,94 P=0,031*

* P<0,05 önemli



Şekil 4.2 Mtwo grubuna ait preparasyon sonrası ortalama kanal genişliği grafiği

4.1.2 Eğimin Dış Kısmında Oluşan Genişleme Miktarı

K3 grubuna ait alt gruplarda eğimin dış kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde 1., 3. ve 4. ölçüm noktalarında alt gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir (P<0,05).

1. ölçüm noktasında torku 20 gcm olan alt grupla, torku 60 ve 120 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarı, bu ölçüm noktasında en fazla torku 20 gcm olan alt grupta görülmüştür.

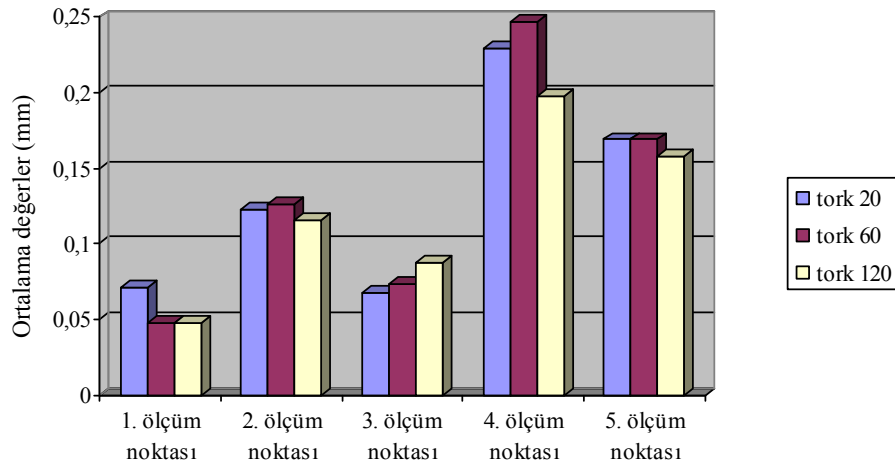
3. ve 4. ölçüm noktalarında torku 120 gcm olan alt grupla, torku 20 ve 60 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarı 3. ölçüm noktasında en fazla torku 120 gcm olan alt grupta; 4. ölçüm noktasında ise en az torku 120 gcm olan alt grupta görülmüştür.

2. ve 5. ölçüm noktalarına ait ortalama değerler incelendiğinde alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$).

Çizelge 4.3 K3 grubuna ait eğimin dış kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri (mm)

Ölçüm Noktası \ Tork	Tork 20 $\bar{X} \pm S$	Tork 60 $\bar{X} \pm S$	Tork 120 $\bar{X} \pm S$	
1. Ölçüm Noktası	0,071±0,024	0,048±0,014	0,048±0,019	KW=11,54 P=0,003*
2. Ölçüm Noktası	0,123±0,012	0,126±0,010	0,116±0,011	KW=5,23 P=0,073
3. Ölçüm Noktası	0,067±0,016	0,073±0,013	0,087±0,009	KW=17,67 P=0,001*
4. Ölçüm Noktası	0,229±0,032	0,247±0,025	0,198±0,016	KW=26,92 P=0,001*
5. Ölçüm Noktası	0,169±0,019	0,169±0,027	0,158±0,015	KW=5,82 P=0,052

* $P < 0,05$ önemli



Şekil 4.3 K3 grubuna ait eğimin dış kısmında oluşan ortalama genişleme grafiği

Mtwo grubuna ait alt gruplarda eğimin dış kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde 1. ölçüm noktasında alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

2., 3., 4. ve 5. ölçüm noktalarına ait ortalama değerler incelendiğinde alt gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$).

2. ölçüm noktasında; torku 150 gcm olan alt grupta torku 300 gcm olan alt grup arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarı, bu ölçüm noktasında en az torku 300 gcm olan grupta görülmüştür.

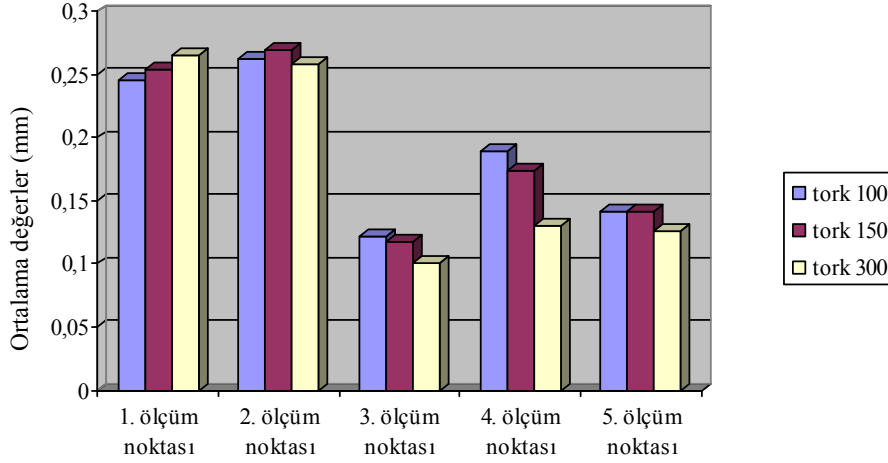
3. ve 5. ölçüm noktalarında torku 300 olan alt grupta, torku 100 ve 150 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarı bu ölçüm noktalarında en az torku 300 gcm olan alt grupta görülmüştür.

4. ölçüm noktasında tüm alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarı en fazla torku 100 gcm olan alt grupta, en az ise torku 300 gcm olan alt grupta görülmüştür.

Çizelge 4.4 Mtwo grubuna ait eğimin dış kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri (mm)

Ölçüm Noktası \ Tork	Tork 100 $\bar{X} \pm S$	Tork 150 $\bar{X} \pm S$	Tork 300 $\bar{X} \pm S$	
1. Ölçüm Noktası	0,246±0,024	0,254±0,023	0,266±0,028	KW=5,52 P=0,063
2. Ölçüm Noktası	0,263±0,010	0,270±0,014	0,259±0,010	KW=7,79 P=0,020*
3. Ölçüm Noktası	0,122±0,019	0,117±0,021	0,101±0,017	KW=11,06 P=0,004*
4. Ölçüm Noktası	0,189±0,010	0,174±0,011	0,130±0,021	KW=41,13 P=0,001*
5. Ölçüm Noktası	0,141±0,023	0,142±0,015	0,126±0,028	KW=8,88 P=0,012*

* $P<0,05$ önemli



Şekil 4.4 Mtwo grubuna ait eğimin dış kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri grafiği

4.1.3 Eğimin İç Kısmında Oluşan Genişleme Miktarı

K3 grubuna ait alt gruplarda eğimin iç kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde 1. ölçüm noktasında alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

2., 3., 4. ve 5. ölçüm noktalarına ait ortalama değerler incelendiğinde alt gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$).

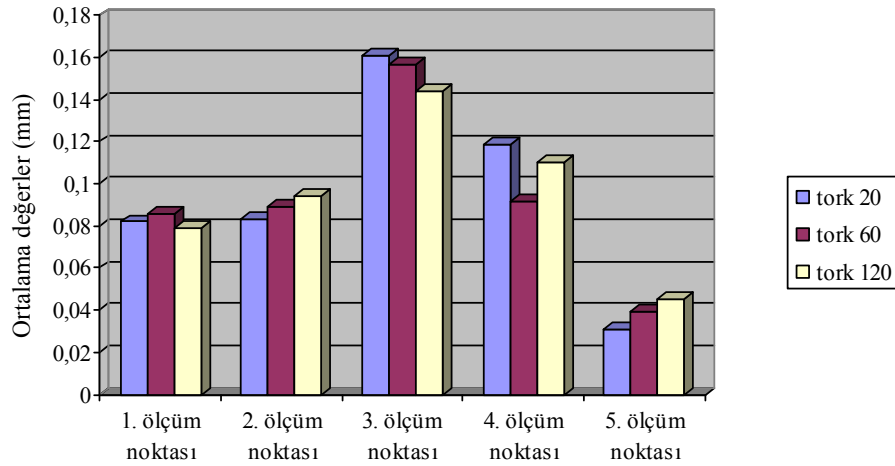
2., 3. ve 5. ölçüm noktalarında torku 20 gcm olan alt grupla, torku 120 gcm olan alt grup arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Eğimin iç kısmında oluşan genişleme miktarı 2. ve 5. ölçüm noktalarında en fazla torku 120 gcm olan alt grupta, 3. ölçüm noktasında ise en fazla torku 20 gcm olan alt grupta görülmüştür.

4. ölçüm noktasında torku 60 gcm olan alt grupla, torku 20 ve 120 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Eğimin iç kısmında oluşan genişleme miktarı, bu ölçüm noktasında en az torku 60 gcm olan grupta görülmüştür.

Çizelge 4.5 K3 grubuna ait eğimin iç kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri (mm)

Ölçüm Noktası \ Tork	Tork 20 $\bar{X} \pm S$	Tork 60 $\bar{X} \pm S$	Tork 120 $\bar{X} \pm S$	
1. Ölçüm Noktası	0,082±0,022	0,086±0,025	0,079±0,017	KW=0,68 P=0,711
2. Ölçüm Noktası	0,083±0,014	0,089±0,011	0,094±0,009	KW=9,40 P=0,009*
3. Ölçüm Noktası	0,161±0,028	0,157±0,017	0,144±0,014	KW=6,15 P=0,046*
4. Ölçüm Noktası	0,119±0,023	0,092±0,010	0,110±0,023	KW=16,16 P=0,001*
5. Ölçüm Noktası	0,031±0,009	0,039±0,011	0,045±0,013	KW=10,51 P=0,004*

* P<0,05 önemli



Şekil 4.5 K3 grubuna ait eğimin iç kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri grafiği

Mtwo grubuna ait alt gruplarda eğimin iç kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde 1., 2., 3. ve 5. ölçüm noktalarında alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0,05).

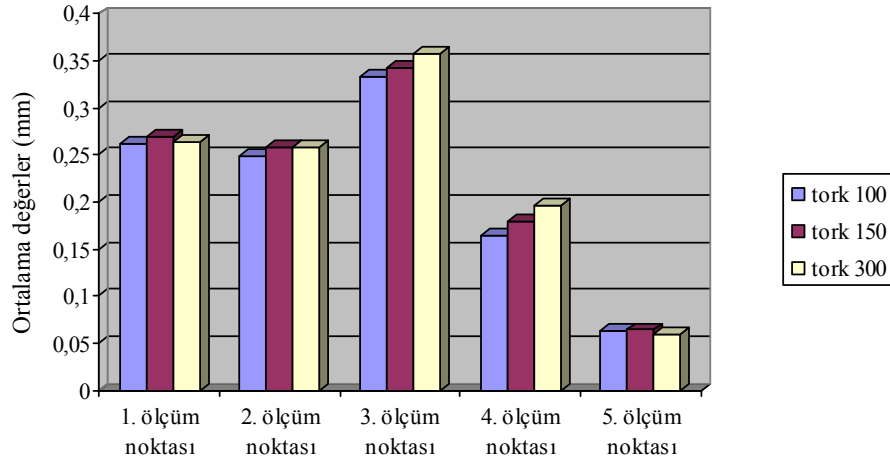
4. ölçüm noktasına ait ortalama değerler incelendiğinde alt gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir (P<0,05). Bu ölçüm noktasında torku 100 gcm olan alt gruba, torku 300 gcm olan alt grup arasındaki farklılık istatistiksel olarak

önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Eğimin iç kısmında oluşan genişleme en az torku 100 gcm, en fazla torku 300 gcm olan grupta görülmüştür.

Çizelge 4.6 Mtwo grubuna ait eğimin iç kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri (mm)

Ölçüm Noktası \ Tork	Tork 100 $\bar{X} \pm S$	Tork 150 $\bar{X} \pm S$	Tork 300 $\bar{X} \pm S$	
1. Ölçüm Noktası	0,262±0,020	0,270±0,023	0,264±0,020	KW=0,50 P=0,776
2. Ölçüm Noktası	0,249±0,013	0,259±0,016	0,259±0,016	KW=4,60 P=0,100
3. Ölçüm Noktası	0,333±0,027	0,342±0,024	0,358±0,031	KW=5,58 P=0,061
4. Ölçüm Noktası	0,164±0,021	0,179±0,020	0,197±0,042	KW=15,56 P=0,001*
5. Ölçüm Noktası	0,063±0,009	0,064±0,008	0,059±0,010	KW=3,35 P=0,187

* $P < 0,05$ önemli



Şekil 4.6 Mtwo grubuna ait eğimin iç kısmında oluşan ortalama genişleme değerleri grafiği

4.1.4 Kanalda Meydana Gelen Transportasyon Miktarı

K3 grubuna ait alt gruplarda kanallarda meydana gelen ortalama transportasyon değerleri Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde 1. ölçüm noktasında alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$).

2., 3., 4. ve 5. ölçüm noktalarına ait ortalama değerler incelendiğinde alt gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$).

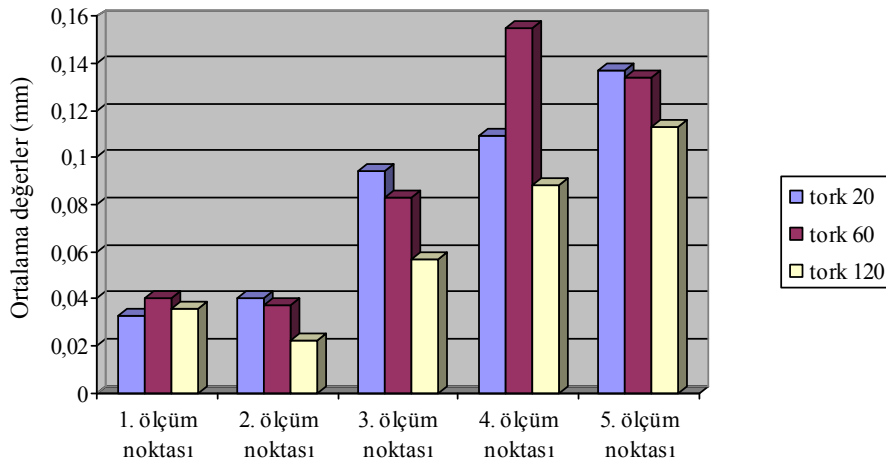
2., 3., ve 5. ölçüm noktalarında torku 120 gcm olan alt grupla torku 20 ve 60 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu ölçüm noktalarında torku 120 gcm olan alt grupta meydana gelen transportasyon miktarı diğer alt gruplardan daha azdır.

4. ölçüm noktasında torku 60 gcm olan alt grupla torku 20 ve 120 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En fazla transportasyon torku 60 gcm olan alt grupta meydana gelmiştir.

Çizelge 4.7 K3 grubunda kanalda meydana gelen ortalama transportasyon değerleri (mm)

Ölçüm Noktası \ Tork	Tork 20 $\bar{X} \pm S$	Tork 60 $\bar{X} \pm S$	Tork 120 $\bar{X} \pm S$	
1. Ölçüm Noktası	0,033±0,024	0,040±0,026	0,036±0,024	KW=0,080 P=0,668
2. Ölçüm Noktası	0,040±0,019	0,037±0,018	0,022±0,015	KW=8,80 P=0,012*
3. Ölçüm Noktası	0,094±0,041	0,083±0,027	0,057±0,019	KW=13,62 P=0,001*
4. Ölçüm Noktası	0,109±0,028	0,155±0,031	0,088±0,034	KW=28,50 P=0,001*
5. Ölçüm Noktası	0,137±0,021	0,134±0,021	0,113±0,023	KW=10,85 P=0,004*

* $P<0,05$ önemli



Şekil 4.7 K3 grubunda kanalda meydana gelen ortalama transportasyon değerleri grafiği

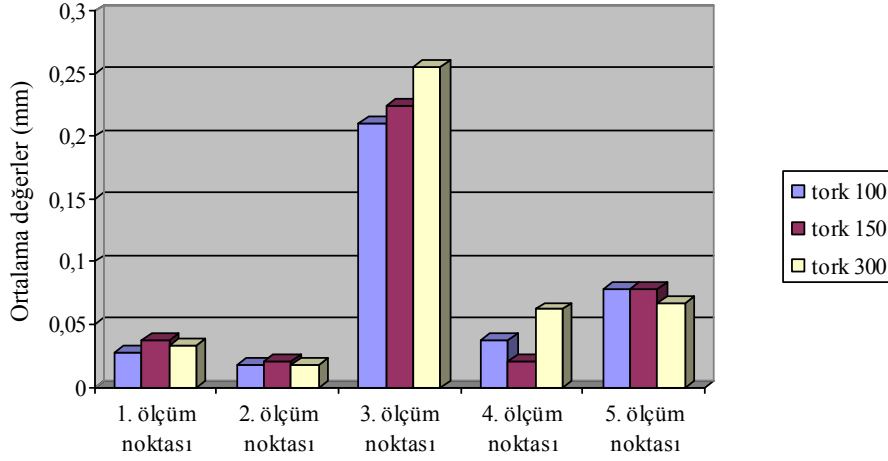
Mtwo grubuna ait alt gruplarda kanalda meydana gelen ortalama transportasyon değerleri izelge 4.8 ve Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde 1., 2. ve 5. Ölüm noktalarında alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

3. ve 4. Ölüm noktalarına ait ortalama değerler incelendiğinde alt gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$). İki lm noktasında da torku 300 gcm olan alt grupta torku 100 ve 150 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Transportasyon, bu ölüm noktalarında en fazla torku 300 gcm olan alt grupta meydana gelmiştir.

Çizelge 4.8 Mtwo grubunda kanalda meydana gelen ortalama transportasyon değerleri (mm)

Ölüm Noktası \ Tork	Tork 100 $\bar{X} \pm S$	Tork 150 $\bar{X} \pm S$	Tork 300 $\bar{X} \pm S$	
1.Ölüm Noktası	0,028±0,021	0,037±0,025	0,033±0,028	KW=0,93 P=0,627
2.Ölüm Noktası	0,018±0,013	0,021±0,014	0,017±0,014	KW=0,67 P=0,713
3.Ölüm Noktası	0,210±0,041	0,225±0,040	0,256±0,035	KW=11,58 P=0,003*
4. Ölüm Noktası	0,037±0,021	0,021±0,016	0,062±0,050	KW=17,32 P=0,001*
5. Ölüm Noktası	0,078±0,029	0,078±0,018	0,067±0,035	KW=3,00 P=0,223

* $P<0,05$ nemli



Şekil 4.8 Mtwo grubunda kanalda meydana gelen ortalama transportasyon değerleri grafiği

4.1.5 Kanalda Meydana Gelen Transportasyon Yönü

K3 grubuna ait alt gruplarda kanallarda meydana gelen transportasyon yönleri Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. 1. ölçüm noktasında transportasyon yönü bakımından alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Bu ölçüm noktasında içe doğru transportasyon en fazla torku 60 gcm en az torku 20 gcm olan alt grupta gözlenmiştir.

2. ölçüm noktasında alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$).

3. ölçüm noktasında tüm alt gruplarda sadece içe doğru transportasyon gözlenirken, 4. ve 5. ölçüm noktalarında ise sadece dışa doğru transportasyon meydana gelmiştir.

Mtwo grubuna ait alt gruplarda kanallarda meydana gelen transportasyon yönleri Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. 1. ve 2. ölçüm noktalarında transportasyon yönü bakımından alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$).

3. ölçüm noktasında tüm alt gruplarda sadece içe doğru transportasyon meydana gelmiştir. 4. ölçüm noktasında alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Bu ölçüm noktasında içe doğru transportasyon en fazla torku 300 gcm olan alt grupta görülürken, dışa doğru transportasyon ise en fazla torku 100 gcm olan alt grupta meydana gelmiştir. 5. ölçüm noktasında tüm alt gruplarda sadece dışa doğru transportasyon oluşmuştur.

Çizelge 4.9 K3 grubunda kanalda meydana gelen transportasyonun yönü

Tork	Tork 20			Tork 60			Tork 120			
Transportasyon yönü Ölçüm Noktaları	dış	yok	iç	dış	yok	iç	dış	yok	iç	
1.Ölçüm Noktası	9	0	11	1	1	18	4	1	15	$X^2=9,68$ $P=0,046^*$
2.Ölçüm Noktası	20	0	0	20	0	0	19	1	0	$X^2=2,03$ $P=0,362$
3.Ölçüm Noktası	0	0	20	0	0	20	0	0	20	
4.Ölçüm Noktası	20	0	0	20	0	0	20	0	0	
5.Ölçüm Noktası	20	0	0	20	0	0	20	0	0	

* $P<0,05$ önemli

Çizelge 4.10 Mtwo grubunda kanalda meydana gelen transportasyonun yönü

Tork	Tork 100			Tork 150			Tork 300			
Transportasyon yönü Ölçüm Noktaları	dış	yok	iç	dış	yok	iç	dış	yok	iç	
1.Ölçüm Noktası	4	1	15	9	0	11	7	2	11	$X^2=4,76$ $P=0,312$
2.Ölçüm Noktası	14	1	5	13	1	6	7	1	12	$X^2=6,26$ $P=0,180$
3.Ölçüm Noktası	0	0	20	0	0	20	0	0	20	
4.Ölçüm Noktası	15	1	4	8	2	10	1	0	19	$X^2=24,61$ $P=0,001^*$
5.Ölçüm Noktası	20	0	0	20	0	0	20	0	0	

* $P<0,05$ önemli

4.2 Kanal Eğiminde Meydana Gelen Değişim

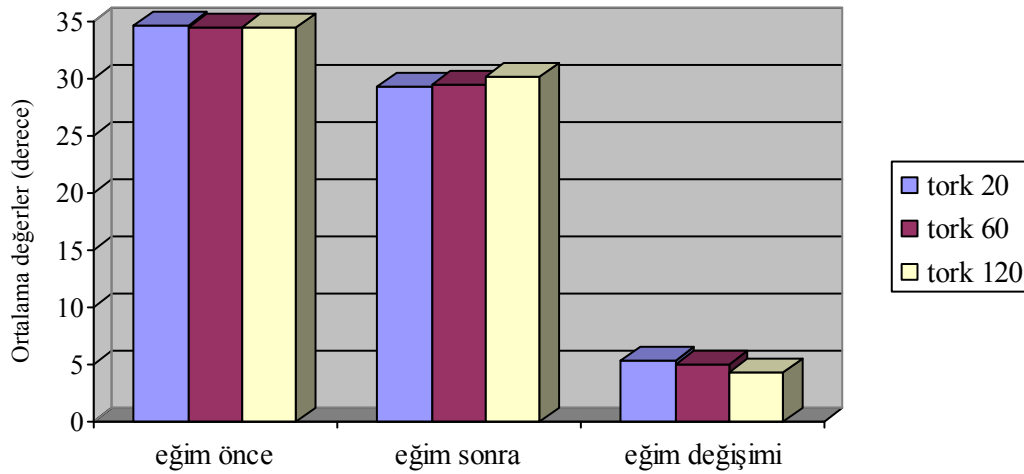
K3 grubunda preparasyon öncesi ve sonrası kanal eğimleri ile kanal eğiminde meydana gelen değişim Çizelge 4.11 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde preparasyon öncesi ve sonrası kanal eğimleri yönünden alt gruplar arasında istatistiksel bir fark olmadığı görülmüştür ($P>0,05$).

Kanal eğiminde meydana gelen değişim yönünden ise alt gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$). Torku 20 gcm olan alt grupla torku 120 gcm olan alt grup arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Meydana gelen eğim değişikliği en az torku 120 gcm olan alt grupta iken en fazla torku 20 gcm olan alt gruptadır.

Çizelge 4.11 K3 grubunda kanal eğimleri

Tork Eğim	Tork 20 $\bar{X} \pm S$	Tork 60 $\bar{X} \pm S$	Tork 120 $\bar{X} \pm S$	
Önce	34,679±1,736	34,425±1,540	34,539±1,168	KW=0,06 P=0,966
Sonra	29,386±1,712	29,484±1,730	30,191±1,487	KW=2,17 P=0,338
Değişim	5,292±1,062	4,940±1,072	4,348±0,930	KW=6,21 P=0,045*

* $P<0,05$ önemli



Şekil 4.9 K3 grubunda preparasyon öncesi ve sonrası kanal eğimleri ile kanal eğiminde meydana gelen değişimin grafiği

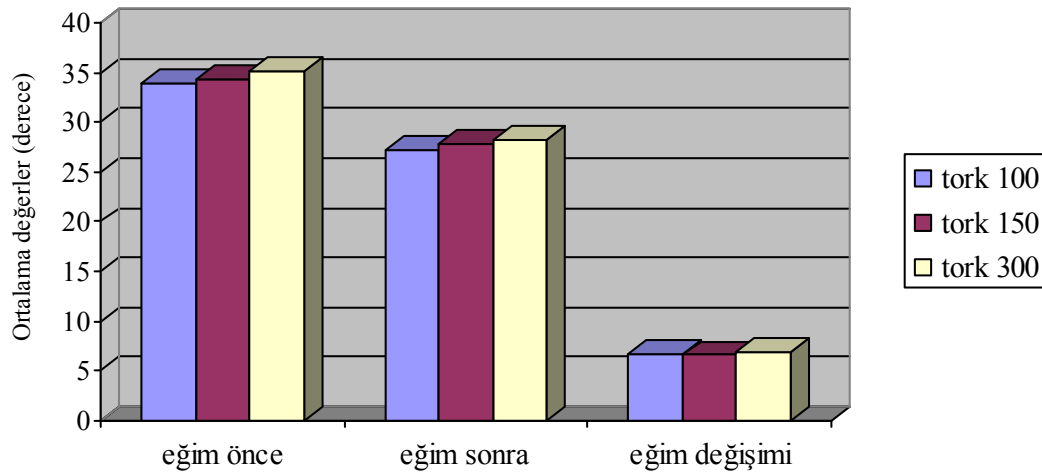
Mtwo grubunda preparasyon öncesi ve sonrası kanal eğimleri ile kanal eğiminde meydana gelen değişim Çizelge 4.12 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde preparasyon öncesi kanal eğimleri ve kanal eğiminde meydana gelen değişim yönünden alt gruplar arasında istatistiksel bir fark olmadığı görülmüştür ($P>0,05$).

Preparasyon sonrası ortalama kanal eğimleri incelendiğinde ise alt gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$). Torku 100 gcm olan alt grupla torku 300 gcm olan alt grup arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Çizelge 4.12 Mtwo grubunda kanal eğimleri

Tork Eğim	Tork 100 $\bar{X} \pm S$	Tork 150 $\bar{X} \pm S$	Tork 300 $\bar{X} \pm S$	
Önce	33,858±1,444	34,387±1,248	35,131±1,622	KW=5,61 P=0,060
Sonra	27,168±1,408	27,780±1,140	28,195±1,614	KW=6,30 P=0,043*
Değişim	6,690±1,102	6,605±1,200	6,930±0,939	KW=0,72 P=0,698

* $P<0,05$ önemli



Şekil 4.10 Mtwo grubunda preparasyon öncesi ve sonrası kanal eğimleri ile kanal eğiminde meydana gelen değişimin grafiği

4.3 Zip-Elbow, Basamak ve Perforasyon Oluşumu

K3 ve Mtwo Ni-Ti döner kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda zip-elbow ve perforasyon oluşumu gözlenmemiştir.

Her iki ege grubunda da tüm alt gruplarda prepare edilen kanallarda basamak oluşmuştur (Şekil 4.11). K3 grubunda basamak oluşumuna ait değerler Çizelge 4.13'de

gösterilmiştir. Alt gruplar arasında, basamak oluşumu yönünden istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$).

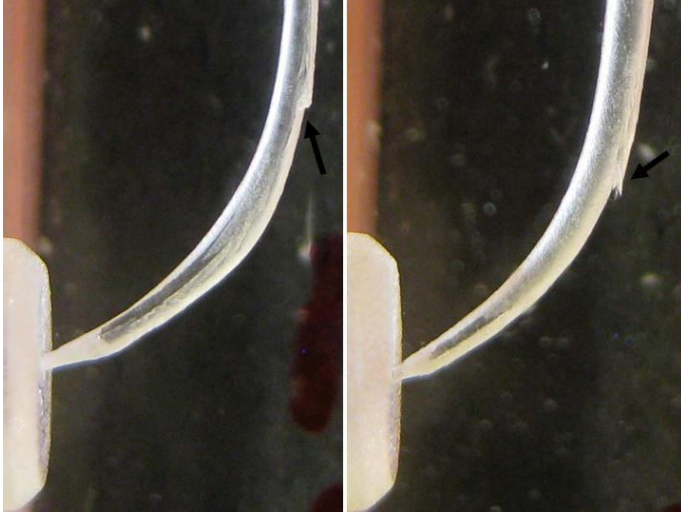
Çizelge 4.13 K3 grubunda oluşan basamak sayıları ve oranları

Ana grup	Alt grup	Basamak Var	Basamak Yok	
K3	Tork 20	5 % 25	15 % 75	$X^2=0,47$ $P=0,788$ ($P>0,05$)
	Tork 60	7 % 35	13 % 65	
	Tork 120	6 % 30	14 % 70	

Mtwo grubunda basamak oluşumuna ait değerler Çizelge 4.14'de gösterilmiştir. Alt gruplar arasında, basamak oluşumu yönünden istatistiksel olarak bir fark bulunmamasına rağmen ($P>0,05$) en az basamak oluşumu torku 300 gcm olan alt grupta görülmüştür.

Çizelge 4.14 Mtwo grubunda oluşan basamak sayıları ve oranları

Ana grup	Alt grup	Basamak Var	Basamak Yok	
Mtwo	Tork 100	10 % 50	10 % 50	$X^2= 3,69$ $P=0,16$ ($P>0,05$)
	Tork 150	13 % 65	7 % 35	
	Tork 300	7 % 35	13 % 65	



-a-

-b-

Şekil 4.11 Basamak oluşumu: a- K3 grubu, b- Mtwo grubu

4.4 Alet Kırığı

K3 Ni-Ti döner kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda alet kırığı ve deformasyonu yönünden alt gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Torku 20 gcm olan grupta 1 egede kırılma meydana gelirken 1 egede de deformasyon oluşmuştur. Torku 60 gcm olan grupta 2 egede kırık oluşmuştur, deformasyon gözlenmemiştir. Torku 120 gcm olan alt grupta ise alet kırığı gözlenmezken, 1 egede deformasyon gözlenmiştir. Alet kırığı her iki alt grupta da .02/35 no'lu egede meydana gelmiştir. Deformasyon oluşumu ise .02/20 no'lu egede gözlenmiştir.

Mtwo Ni-Ti döner kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda hiçbir alt grupta alet kırığı gözlenmemiştir. Alet deformasyonu yönünden ise alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Torku 100 ve 150 gcm olan alt gruplarda hiçbir egede deformasyon olmamasına karşın, torku 300 gcm olan alt grupta 8 egede deformasyon meydana gelmiştir. Deformasyon meydana gelen eğeler; .05/15 no'lu, .06/25 no'lu, .06/20 no'lu eğelerdir.

4.5 Çalışma Boyunda Meydana Gelen Değişim

K3 ve Mtwo Ni-Ti döner kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda alt gruplarda meydana gelen ortalama çalışma boyu kaybı Çizelge 4.15'de gösterilmiştir.

Çalışmamızda K3 grubunda ve Mtwo grubunda hiçbir alt grupta resin artıklarıyla tıkanma meydana gelmemiştir. K3 ve Mtwo grubundaki alt grupların preparasyon

öncesi ve sonrası ortalama çalışma boyu değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farklılık önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Çizelge 4.15 K3 ve Mtwo gruplarında meydana gelen çalışma boyu kaybına ait ortalama değerler (mm)

Ana Grup	K3			
Alt Grup	Tork 20 $\bar{X} \pm S$	Tork 60 $\bar{X} \pm S$	Tork 120 $\bar{X} \pm S$	
Çalışma boyu kaybı	0,221±0,114	0,217±0,116	0,169±0,101	KW=2,68 P=0,270

Ana Grup	MTWO			
Alt Grup	Tork 100 $\bar{X} \pm S$	Tork 150 $\bar{X} \pm S$	Tork 300 $\bar{X} \pm S$	
Çalışma boyu kaybı	0,159±0,118	0,180±0,087	0,141±0,095	KW=1,64 P=0,439

5. TARTIŞMA

Yaptığımız çalışmada kanal preparasyonu sırasında kanalda meydana gelen değişikliklere torkun etkisi incelenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda torkun kanal preparasyonu sırasında alet kırığına olan etkisi araştırılmış [10, 90-92], preparasyon sırasında meydana gelen değişiklikler üzerine olan etkisi araştırılmamıştır.

Bu amaçla, özellikle eğimli kanallarda preparasyon hataları daha sık ve belirgin olarak gözleendiği için çalışmamızda Schneider [20]'a göre aşırı eğimli olarak sınıflandırılan, kanal eğimleri 31° ile 38° arasında olan şeffaf rezin bloklar kullanılmıştır.

Farklı kanal eğeleri ile yapılan kök kanal preparasyonlarının karşılaştırılmasında genellikle doğal dişler [86, 93-95] veya şeffaf rezin bloklar [96-100] kullanılmıştır.

Önceden belirlenmiş herhangi bir boyut, şekil veya eğimde olan şeffaf rezin bloklar; kök kanal preparasyon tekniğinin eğri kök kanalının formuna etkisini değerlendirmede iyi bir deneysel model sağlamaktadır [101]. Bu kanalların kullanımı, orijinal kanal formunun standardizasyonunda avantaj sağlamak ve orijinal kanal formu preparasyondan sonraki kanal formuyla karşılaştırılabilmektedir [102].

Buna karşın şeffaf rezinin dentinle karşılaştırıldığında yumuşak olması simüle kök kanallarının kullanımında bir dezavantajdır. Şeffaf rezinin mikro sertliği 22 kg/mm² dir. Halbuki pulpa çevresindeki kök dentini 35 kg/mm² sertliğindedir. Bu nedenle rezin yüzeyinin şekillendirilmesinde dentinden daha az kuvvet gerekmektedir [101]. Ayrıca ultrasonik ve motorlu cihazlarla yapılan preparasyonlarda açığa çıkan ısının etkisiyle akriliğin yumuşaması, rezin artıklarının eğerlere yapışarak preparasyonu yavaşlatması, debrisin kanaldan uzaklaştırılma zorluğu ve buna bağlı olarak da apikalde dişlerden daha hızlı transportasyon oluşması gibi dezavantajları vardır [103].

Şeffaf rezin bloklar yüzey özellikleri, sertlikleri ve kesitlerindeki farklılık nedeniyle eğelerin gerçek dişlerin kök kanallarına olan etkisini yansıtmamaktadır [60]. Buna karşılık doğal dişlerde üç boyutlu kök kanal morfolojisinin çeşitliliği standardizasyonu zorlaştırmaktadır. Kök kanal uzunluğu ve genişliği, dentin sertliği, düzensiz kalsifikasyonlar ya da pulpa taşları, apikal daralımın genişliği ve pozisyonu, kök kanal eğiminin açısı, yarıçapı, uzunluğu ve yeri doğal dişlerde çeşitlilik göstermektedir [61].

Şeffaf rezin blokların kullanımı kök kanal eğiminin derecesinin, pozisyonunun ve yarıçapının standardizasyonu ile birlikte kök kanallarının boyutu ve sertliğinin standardizasyonuna da olanak sağlamaktadır [61]. Rezin bloklar, farklı aletlerin şekillendirme yeteneklerinin direkt olarak karşılaştırılmasına izin vermektedir [56]. Preparasyon öncesi ve sonrası görüntülerin karşılaştırılmasında kullanılan teknikler bu modellere kolaylıkla uygulanabilmekte, böylece kök kanallarının herhangi bir noktadaki sapmaların bilgisayar bazlı ölçümlerini kolaylaştırmaktadır [61]. Çalışmamızda standardizasyondaki ve eğelerin preparasyon etkinliklerinin karşılaştırılmasındaki avantajları nedeniyle şeffaf rezin bloklar kullanılmıştır.

Son zamanlarda yeni nesil endodontik aletlerin yapımında Ni-Ti alaşımı kullanılmaktadır. Ni-Ti alaşımlarının artmış esnekliği ve şekil hafızası komplikasyon meydana gelmeden dar ve eğimli kanalların preparasyonuna olanak sağlamaktadır [73].

Ni-Ti eğeler paslanmaz çelik eğelerle karşılaştırıldığında yüksek derecede elastik fleksibilite ve torsiyonal kırıklara karşı daha fazla direnç gösterirler. Bu artmış fleksibilite kanal preparasyonu sırasında orijinal kanal şeklini paslanmaz çelik eğelere göre daha iyi korumasını sağlamakta böylece zip, elbow ve apikal transportasyon oluşumu azalmaktadır [59].

Schäfer ve Tepel [104] yaptıkları çalışmada Ni-Ti eğelerin kesme etkinliğinin esnek paslanmaz çelik eğelerden daha az olduğunu bildirmişlerdir. Ni-Ti eğelerin paslanmaz çelik eğelere göre daha az transportasyona sebep olmaları, kesme etkinliklerinin az olmasına bağlanmıştır [105]. Bu noktada eğimli ve dar kanallarda eğenin kanal içerisindeki düzensizlikleri aşabilmesi ve apikale daha rahat ilerleyebilmesi için tork ayarlarının bir kat daha önem kazandığını düşünmekteyiz.

Birçok çalışmada farklı Ni-Ti döner kanal eğelerinin şekillendirme yetenekleri fleksible paslanmaz çelik el eğeleri ile karşılaştırılmıştır. Bu araştırmalarda kullanılan Ni-Ti döner sistemlerin orijinal kanal eğimini iyi bir şekilde koruduğu, kullanımlarının güvenli olduğu ve preparasyon süresinin elle preparasyona göre daha kısa olduğu gösterilmiştir [72, 86, 106-109].

Çalışmamızda farklı tork değerlerinin kanal preparasyonuna etkisi incelendiğinden ve eğri kök kanallarının preparasyonundaki güvenilirliklerinden dolayı tork ayarlı endodontik motorlara takılabilen Ni-Ti döner kanal eğeleri kullanılmıştır.

Çalışmamızda kullandığımız K3 ve Mtwo eğelerinin preparasyon yöntemlerini belirlerken üretici firmaların önerileri ve çalışmalardaki kullanılış şekilleri dikkate alınmıştır.

K3 Ni-Ti döner kanal eğeleri birçok çalışmada crown-down yöntemiyle kullanılmıştır [97, 99, 108, 110]. Bizim çalışmamızda da K3 eğeleri crown-down yöntemi kullanılarak içeri ve dışarı hareketle uygulanmıştır. Bu yöntemin uygulanmasında Schäfer ve arkadaşlarının [75] kullandığı ege numarası ve sırası örnek alınmıştır.

Mtwo Ni-Ti döner kanal eğeleri ise pek çok çalışmada kanal preparasyonunda tek boyut tekniğiyle, tüm eğeler çalışma boyutunda kullanılarak uygulanmıştır [75, 99, 111]. Bizim de çalışmamızda bu yöntem kullanarak preparasyon yapılmıştır.

Çalışmamızda, preparasyonda farklı tork değerleri kullanılacağından, tork ve hız değer aralığı oldukça geniş olan VDW.GOLD mikro-motoru kullanılmıştır. Ayrıca cihazın farklı Ni-Ti sistemlerinin ön ayarlı tork ve hız değerlerini içeren ege arşivine sahip olması, Mtwo ve K3 ege gruplarında alt gruplarda uygulayacağımız tork değerlerini belirlemede bize yardımcı olmuştur.

Rezin bloklarla yapılan bazı araştırmalarda bloklar, sadece dokunma duyusuyla preparasyon yapılması için yapışkan bantlarla veya metal tutucularla kapatılmıştır [70, 101, 107]. Martin ve Blasković-Subat [112] ise yaptıkları çalışmada kanal preparasyonu sırasında eğelerin etkisini kontrol etmek için blokları kapatmamışlardır. Çalışmamızda ise preparasyon sırasında bloklar alüminyum folyo ile sarılarak kanalların görünmesi engellenmiştir. Böylece eğimin yönü ve eğenin kanal içerisindeki pozisyonuna dikkat edilmeden, kanalın uzun aksına paralel preparasyon yapılmıştır.

Şeffaf rezin bloklarda eğelerin etkinliklerini değerlendirmek için yapılan birçok çalışmada rezin blokların preparasyon öncesi ve sonrası görüntüleri stereo mikroskop ve/veya dijital fotoğraf makinesi ile alınarak, görüntü analiz programlarıyla karşılaştırılmış ve elde edilen görüntüler değerlendirilmiştir [69, 75, 98, 100, 113, 114].

Çalışmamızda, Ni-Ti döner eğelerin farklı tork değerlerindeki preparasyon etkinliklerinin incelenmesinde preparasyon öncesi ve sonrası görüntülerin karşılaştırılması için stereo mikroskop kullanılmadan, dijital fotoğraf makinesi ile rezin blokların görüntüsü alınmış ve elde edilen görüntüler bilgisayar ortamında karşılaştırılarak görüntü analiz programı ile değerlendirilmiştir. Preparasyon öncesi ve sonrası standart ve tekrarlanabilir görüntüler elde edebilmek için Calberson ve arkadaşlarının [114]

kullandıkları düzenele ile aynı işlevi gören bir düzenelele yararlanılmıştır. Bu düzenelele fotoğraf makinesi ve blok her defasında aynı pozisyonda olduğundan preparasyon öncesi ve sonrası görüntülerin karşılaştırılmasında ve değerlendirilmesinde standardizasyon sağlanmıştır. Elde edilen görüntüler görüntü analiz programı ile incelenmiştir. Bu program sayesinde görüntüler büyütülerek hassas ölçümler yapılabılmış ve kanal duvarındaki en küçük değişiklikler detaylı olarak saptanabılmıştır.

Çalışmamızda uygulanan tork değerleri VDW.GOLD cihazında kullanacağımız eğeler için ayarlı bulunan tork değerleri incelenerek belirlenmiştir. Bir eğe grubu için belirlediğimiz değerler diğer eğe grubu için çok yüksek veya çok düşük olacağından her eğe grubu için farklı tork değerleri belirlenmiştir.

Çalışmamızda farklı tork değerleri uygulayarak kullandığımız Mtwo ve K3 Ni-Ti döner kanal aletlerinin yapay kanalların orijinal şeklinde meydana getirdikleri değişiklikler, yapay kanalın seyri boyunca 5 farklı noktada ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Mtwo ve K3 eğe gruplarına farklı tork değerleri uygulamamız nedeniyle eğe grupları birbirleriyle karşılaştırılmamıştır.

5.1 Preparasyon Sonrası Kanal Genişliğinin Değerlendirilmesi

K3 grubunda 2., 3. ve 4. ölçüm noktalarında preparasyon sonrası kanal genişliği yönünden alt gruplar arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir ($P>0,05$). 1. ve 5. ölçüm noktalarında en az genişleme torku 120 gcm olan alt grupta gözlenmiştir. 1. ölçüm noktasında uygulanan tork değeri azaldıkça preparasyon sonrası kanal genişliği artmıştır. 5. ölçüm noktasında ise torkun 20 ve 60 gcm olduğu alt gruplardaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ($P>0,05$) fakat torku 120 gcm olan alt grupta preparasyon sonrası kanal genişliğinin anlamlı derecede azaldığı görülmüştür.

Mtwo grubunda ise 1., 2. ve 3. ölçüm noktalarında preparasyon sonrası kanal genişliği yönünden alt gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($P>0,05$). 4. ve 5. ölçüm noktalarında kanal genişliğinin torku 300 gcm olan alt grupta en az olduğu görülmüştür. 4. ölçüm noktasında torku 150 gcm olan alt grupta kanal genişliğinin diğer alt gruplardan önemli farkının olmadığı gözlenmiştir. 5. ölçüm noktasında da torku 100 gcm olan alt grupta torku 150 gcm olan alt grup arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Preparasyon sonrası kanal genişliğinin, her ölçüm noktasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülme de farkın önemli olduğu ölçüm noktalarında torkla ters

orantılı olarak tork arttıkça azalması, preparasyon sırasında yüksek torkla çalışıldığında preparasyonun hekimin zorlaması olmadan, daha az içeri ve dışarı hareketle tamamlanması ile açıklanabilir.

Teorik olarak bir kanal aleti yüksek torkla kullanıldığında daha aktif olmakta, aletin kilitlenme oranı ve sonuç olarak da deformasyon ve kırılmaya eğilim artmaktadır. Düşük tork ise aletlerin kesme etkinliğini azaltmakta ve aletin kanal içerisinde ilerlemesi zorlaşmaktadır. Bu durumda çalışmacı eğeye kuvvet uygulama eğilimi gösterebilir ve egede kilitlenme, deformasyon ve kırılma oluşumunu teşvik edebilir [10].

5.2 Eğimin Dış Kısmında Oluşan Genişleme Miktarının Değerlendirilmesi

K3 grubunda 2. ve 5. ölçüm noktalarında eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarı yönünden alt gruplar arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($P>0,05$). 1. ölçüm noktasında torku 60 ve 120 gcm olan alt gruplarda eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarı eşit değerde iken torku 20 gcm olan alt grupta daha fazla genişleme meydana gelmiştir. Eğimin başlangıç yeri olan 3. ölçüm noktasında torku 20 ve 60 gcm olan alt gruplarda genişleme miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$) fakat torku 120 gcm olan alt grupta diğer alt gruplardan daha fazla genişleme meydana gelmiştir. Eğimin apeks noktası olan 4. ölçüm noktasında ise 3. ölçüm noktasının tam tersi, torku 120 olan alt grupta diğer alt gruplardan önemli derecede daha az genişleme olduğu görülmüştür. Torkun 20 ve 60 gcm olduğu alt gruplarda genişleme miktarları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

Mtwo grubunda sadece 1. ölçüm noktasında, alt gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). 2. ölçüm noktasında torkun 300 gcm olduğu alt grupta torku 150 gcm olan alt gruptan anlamlı olarak az genişleme meydana geldiği görülmüştür. 3., 4. ve 5. ölçüm noktalarında bazı alt gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmasa da bu ölçüm noktalarında eğimin dış kısmında oluşan genişlemenin en az torku 300 gcm olan alt grupta olduğu görülmüştür.

Mtwo grubunda ve K3 grubunun 1. ve 4. ölçüm noktalarında eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarının, uygulanan tork değeri azaldıkça artmasını; tork değeri azaldığında hekimin daha fazla baskı uygulamasından dolayı, eğenin eğimin dış duvarına doğru esneyerek dış duvardan daha fazla madde kaldımasına bağlamaktayız. Tork değeri arttığında eğenin, hekimin uyguladığı minimum kuvvetle kanalın seyrine

uygun preparasyon yaptığı ve apikal baskı ile eğede dış duvara doğru bir esneme olmadığı düşüncesindeyiz.

5.3 Eğimin İç Kısmında Oluşan Genişleme Miktarının Değerlendirilmesi

K3 grubunda sadece 1. ölçüm noktasında alt gruplar arasında istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). 2. ve 5. ölçüm noktalarında, tork değerinin en yüksek değerde olduğu grupta eğimin iç kısmındaki genişleme miktarının fazla olduğu görülmüştür. Eğimin başlangıç kısmında ise 2. ve 5. ölçüm noktalarının aksine torku 120 gcm olan alt grupta genişleme en az düzeydedir. Bu durum 3. ölçüm noktasında eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarının torku 120 gcm olan alt grupta en fazla olmasıyla paralellik göstermektedir. Ayrıca eğimin iç ve dış kısmında oluşan genişleme miktarlarının arasındaki ters orantı beklediğimiz bir durumdu. 4. ölçüm noktasında en az genişlemenin torkun 60 gcm olduğu grupta gözlenmiş diğer alt gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bu ölçüm noktasında genişlemenin en az ara tork değerinde olması, bu tork değerinde eğimin dış kısmında oluşan genişleme miktarının istatistiksel olarak önemli olmasa da en fazla değerde olmasıyla paralellik göstermektedir.

Mtwo grubunda sadece eğimin apeks noktası olan 4. ölçüm noktasında torku 100 ile 300 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu noktada en az genişleme torkun en az olduğu alt grupta görülmüştür.

Mtwo ve K3 gruplarında, torkun en az olduğu alt grupta eğimin iç kısmında oluşan genişleme miktarının diğer alt gruplardan daha az olmasını da yine tork azaldığında eğenin çalışmacının zorlamasıyla eğimin dışına doğru esneyerek eğimin iç kısmından daha az madde kaldırmasına bağlamaktayız.

5.4 Kanalda Meydana Gelen Transportasyon Miktarının Değerlendirilmesi

Kullanılan preparasyon tekniği ne olursa olsun, temizleme ve şekillendirme işlemleri her zaman kanal duvarlarından dentinin kaldırılmasına yol açmaktadır [11]. Fakat tüm yönlerde kanalın uzun aksından eşit uzaklıkta madde kaldırmak yerine, tek yönde aşırı miktarda dentin kaldırılması kanal transportasyonuna neden olmaktadır [115]. Yapılan çalışmalarda kanal transportasyonunda çeşitli faktörlerin etkili olduğu belirtilmiştir.

Lam ve arkadaşları [116] yaptıkları çalışmada, paslanmaz çelik eğelerin Ni-Ti eğelerden daha fazla apikal transportasyon yaptığını, kullandıkları tüm eğelerde kanal

transportasyonunun eğenin büyüklüğü ile arttığını göstermişlerdir. Ayrıca kanal transportasyon derecesinin sadece eğenin sertliğiyle ilgili olmadığını, aynı zamanda eğenin kesme etkinliğine de bağlı olduğunu, kullandıkları eğelerin kesme etkinliklerinin farklı olabileceğini ve bunun da sonuçları etkileyebileceğini belirtmişlerdir.

Hartmann ve arkadaşları [115] elle kullanılan paslanmaz çelik eğeler, ultrasonik sistemle kullanılan paslanmaz çelik eğeler ve ProTaper Ni-Ti döner aletlerinin kanal transportasyonuna etkisini araştırmış; elle kullanılan paslanmaz çelik eğelerin daha az kanal transportasyonuna neden olduğunu göstermişlerdir. Diğer çalışmalardan farklı olan bu sonucun kullanılan preparasyon tekniklerinin, değerlendirme tekniklerinin, eğelerin ve dişlerin farklılıklarından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Glosson ve arkadaşları [63] motorla kullanılan Ni-Ti eğeler ve Ni-Ti Canal Master U el eğeleriyle yapılan preparasyonlarda K-Flex ve Mity eğelere göre daha az kanal transportasyonu meydana geldiğini, daha çevresel ve merkezi bir preparasyon sağlandığını belirtmişlerdir.

Bishop ve Dummer [117] çeşitli açı ve pozisyona sahip eğimli akrilik bloklarda yaptıkları çalışmada Nitiflex eğelerin paslanmaz çelik Flexofile eğelere göre daha düzgün kanal şekli oluşturduğunu, Flexofile eğelerin preparasyonun bitim noktasında eğimin dış kısmından, eğimin apikal bölgesinde ise eğimin iç kısmından daha fazla madde kaldırdıklarını bildirmişlerdir.

Kosa ve arkadaşları [118] transportasyonda kanal eğiminden başka eğe dizaynı, metalin fiziksel özellikleri ve kullanılan teknik gibi faktörlerin de rol oynadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca kanal preparasyonunda kullanılan eğe sayısının preparasyonun etkinliğinde önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir.

Al-Omari ve arkadaşları [54] kısa ve aşırı eğimli kanallarda, diğer tipteki kanallardan eğimin iç bölgesinde önemli derecede fazla miktarda madde kaldırıldığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda K3 grubunda, 1. ölçüm noktası hariç tüm ölçüm noktalarında transportasyon miktarı yönünden alt gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). 2., 3., ve 5. ölçüm noktalarında torkun en fazla olduğu alt grupta en az transportasyon olduğu görülmüştür. Torku 20 ve 60 gcm olan alt gruplar arasındaki farklılık anlamsız bulunmuştur ($P>0,05$). Eğimin apikal noktası olan 4. ölçüm noktasında torku 60 gcm olan alt grupta önemli derece de fazla transportasyon meydana gelmiştir. Torku en fazla olan grupta transportasyonun en az miktarda

olmasını, tork değeri kullanılan eğelerin maksimum tork değerlerine yakın olduğunda veya bu değeri aştığında, eğelerin çalışmacının zorlaması olmadan kanal seyrine daha uygun preparasyon yapmasına bağlamaktayız.

Mtwo grubunda 1., 2. ve 5. ölçüm noktalarında alt gruplar arasında transportasyon miktarı yönünden istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır. Eğimin başlangıç ve apikal noktalarında ise torku en fazla olan grupta diğer alt gruplardan daha fazla transportasyon meydana gelmiştir. Mtwo eğelerin bu ölçüm noktalarında iç kısmından aşırı madde kaldırmasının bu sonuçta etkili olduğu düşüncesindeyiz. Torkun düşük olduğu gruplarda eğeye baskı uygulanarak eğimin dışına yönlenmesine sebep olunması içte doğru transportasyonu azaltmış olabilir. Torkun Mtwo eğelerdeki bu etkisini, K3 grubundan farklı olarak tek boyut tekniğiyle preparasyon yapılmasına ve daha büyük koniklikteki eğelerin çalışma boyutunda kullanılmasına bağlamaktayız. Çünkü koniklik arttıkça eğim bölgesinde daha fazla içte doğru transportasyon oluşacağı görüşüdeyiz. Mtwo ve K3 grubunun eğimin iç kısmından kaldırdıkları madde miktarlarına bakıldığında her iki grupta da apikalde kullanılan en büyük numaralı eğenin 35 numara olmasına karşın Mtwo grubunda kullanılan 35 numaralı eğenin daha fazla konik olmasından dolayı özellikle eğimin başlangıç ve apikal kısmında içte doğru genişlemenin fazla olduğunu düşünmekteyiz.

5.5 Kanalda Meydana Gelen Transportasyon Yönünün Değerlendirilmesi

Thompson ve Dummer [119] yapmış oldukları çalışmada, Hero 642 Ni-Ti döner kanal eğeleriyle yapılan preparasyonda transportasyon yönünün genellikle eğimin dış duvarına doğru olduğunu görmüşler, bu sonucun eğenin uç dizaynının ve kanal sınırları içerisinde düzleşme eğiliminde olmasının bir yansıması olabileceğini ve özellikle daha az esnek olan büyük koniklikteki eğelerle yapılan preparasyonda bu sonucun ortaya çıkmasının aşikar olduğunu belirtmişlerdir.

Veltri ve arkadaşları [95] ProTaper ve GT Ni-Ti döner kanal eğelerinin şekillendirme yeteneklerini inceledikleri çalışmalarında her iki sisteminde oldukça merkezi preparasyon yaptığını ve çok az asimetri göstererek minimum kanal transportasyonu oluşturduklarını bildirmişlerdir. Eğelerin kesici olmayan uca sahip olmalarının ve kanal duvarında az miktarda zorlamaya neden olan Ni-Ti alaşımından yapılmış olmalarının transportasyon riskini azalttığını belirtmişlerdir.

Garip ve Günday [120] farklı eğimdeki simule kanalların apikal ve orta bölgesinde paslanmaz çelik eğelerin Ni-Ti eğelerden önemli derecede fazla transportasyona neden olduğunu, kullandıkları tüm eğe gruplarında transportasyonun apikal bölgede eğimin dışına, orta bölgede ise eğimin iç kısmına doğru olduğunu bildirmişlerdir.

Bryant ve arkadaşları [121] ProFile Series 29 Ni-Ti döner kanal eğeleriyle yapılan preparasyonlarda transportasyon yönünün genellikle eğimin dış kısmına doğru olduğunu bildirmişlerdir. Transportasyon yönünün paslanmaz çelik eğelerin rijitliğinden dolayı preparasyonun bitim noktasında eğimin dış kısmına, eğim bölgesinde ise eğimin iç kısmına doğru olmasına karşın Ni-Ti eğelerin artırılmış esnekliğinin koronal bölgede ve eğimin başladığı bölgede eğimin dış kısmına doğru transportasyona neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Ayar ve Love [96] ProFile ve K3 Ni-Ti döner kanal eğeleriyle yaptıkları çalışmada her iki sistemin de kanalın apikal yarısında dış duvardan, orta koronal bölgede ise K3 eğelerinin eğimin iç duvarından daha fazla madde kaldırdığını ifade etmişlerdir.

Çalışmamızda, K3 grubunda 1. ölçüm noktasında merkezde kalma torku 60 ve 120 gcm olan alt gruplarda sadece bir kanalda gözlenmiştir. Torku en az olan alt grupta ise içe doğru transportasyon diğer alt gruplardan daha az oranda meydana gelirken merkezde kalma oranı sıfırdır. 2. ölçüm noktasında alt gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). 3. ölçüm noktasında üç alt grupta da kanalların hepsinde içe doğru transportasyon, 4. ve 5. ölçüm noktalarında ise dışa doğru transportasyon gözlenmiştir.

Mtwo grubunda 1. ve 2. ölçüm noktalarında transportasyon yönü bakımından istatistiksel bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). 3. ölçüm noktasında üç alt grupta içe doğru transportasyon, 5. ölçüm noktasında dışa doğru transportasyon oluşmuştur. Eğimin apikal noktasında torku en fazla olan grupta içe doğru, torku en az olan alt grupta ise dışa doğru transportasyon daha fazla görülmüştür. Bunun sebebi olarak, torkun fazla olduğu grupta eğenin düzleşme eğilimi göstererek eğimin iç kısmından daha fazla madde kaldırması düşünülmektedir. Torku düşük olan grupta da eğe düzleşme eğilimindedir fakat çalışmacının eğeyi ilerletmek için zorlamasının eğeleme yönünü değiştirerek dışa doğru transportasyonu artırabileceği düşüncesindeyiz.

5.6 Kanal Eğiminde Meydana Gelen Değişimin Değerlendirilmesi

Yapılan çalışmalarda kanal eğiminin belirlenmesinde birçok yöntem kullanılmıştır [20, 21, 95, 122-125]. Bu yöntemlerin en sık kullanılanı Schneider [20] yöntemidir. Bu yöntemde Schneider pulpa odasından kanalın uzun aksına paralel bir doğru indirmiş, kök kanalının bu doğruyu terk ettiği noktadan foramen apikaleye doğru da ikinci bir çizgi çizmiştir. Bu iki doğrunun kesiştiği yerdeki açıyı da kanalın eğim derecesi olarak bildirmiştir.

Eğimin belirlenmesi için kullanılan yöntemlerden bir diğeri olan Bone ve Moule [21] yönteminde ise Schneider [20] yönteminden farklı olarak ikinci çizgi birinci çizginin kanal duvarını kestiği noktaya değil, ana kıvrımın başladığı yere çizilmiştir. Bu şekilde daha doğru bir sonuç alınacağı bildirilmiştir. Ayrıca bu teknikte ikinci çizgi foramen apikale yerine ana eğimin sonlanma yeri referans alınarak çizilmiştir. Buna gerekçe olarak da apikal bölümde ikinci bir kıvrımın bulunabileceği gösterilmiştir. Bizim de çalışmamızda eğimi belirlemek için Bone ve Moule [21] yöntemi kullanılmıştır.

Birçok araştırmacı eğimi belirlerken kanala, uygun bir kanal eğesi yerleştirmiştir [122, 124, 125]. Aletin uzun aksına paralel doğru çizmiş, doğrunun bu eğeden ayrıldığı noktayı aletin uç kısmıyla birleştirmişlerdir. Her ne kadar çalışmaların bir kısmında kanala eğe yerleştirilmiş olsa da Bone ve Moule [21] ile Schneider [20] kendi yöntemlerinde kanala eğe yerleştirmemiştir. Cunningham ve Senia [124] mandibular molarların mesial kök kanallarının eğimlerinin belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada kök kanal şeklini belirlemek için kanala eğe yerleştirmiş fakat, kanal boyunca yerleştirilen eğenin radyografik teknik kullanımıyla kanal eğiminin belirlenmesinde doğal olarak hatalar ortaya çıkaracağını, eğenin gerçek kanal şekline yakın olacağını fakat özellikle geniş kanallarda ve eğe merkezde konumlanmadığında tam olarak uyumlu olmayabileceğini belirtmişlerdir. Bu nedenlerden dolayı çalışmamız da kanal eğimi belirlenirken kanal içerisine eğe yerleştirilmemiştir.

Yapılan pek çok araştırmada çeşitli kanal eğelerinin kanal eğiminde meydana getirdiği değişiklikler incelenmiştir.

Pettiette ve arkadaşları [126] orjinal kanal eğiminin en iyi Ni-Ti eğelerle korunduğunu, paslanmaz çelik K tipi eğelerin kanalın doğal eğimini takip edemediğini ifade etmişlerdir.

Schäfer ve arkadaşları [109], Flexmaster Ni-Ti döner kanal eğesiyle yapılan preparasyonda orijinal kanal eğiminin el eğelerine göre daha iyi korunduğunu ve preparasyonun daha hızlı olduğunu belirtmişlerdir.

Vahid ve arkadaşları [94] ProFile eğelerin kanal eğimini Mtwo, ProTaper ve Flexmaster eğelerinden daha iyi koruduğunu; ProTaper ve Mtwo eğelerin kanal eğimini ProFile ve Flexmaster eğelerden daha fazla değiştirdiğini ve kanal eğimindeki en fazla değişimin ProTaper eğelerle meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Kuzekanani ve arkadaşlarının [111] yaptıkları çalışmada kanal eğiminde Mtwo Ni-Ti döner kanal eğelerle maksillar molarlarda $2,53^{\circ}$, mandibular molarlarda $4,80^{\circ}$; ProTaper eğelerle ise maksillar molarlarda $6,06^{\circ}$, mandibular molarlarda $2,86^{\circ}$ eğimde değişiklik meydana gelmiştir.

Schäfer ve Schlingemann [127] K3 eğelerle torku 1,2 Ncm, hızı 250 rpm'ye ayarlayarak preparasyon yaptıkları çalışmada K3 eğelerle ($1,36^{\circ}$) K-Flexofile eğelerden ($6,91^{\circ}$) kanal eğiminde daha az düzleşme meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Yapmış olduğumuz çalışmada, her iki grupta da alt grupların preparasyon öncesi kanal eğimleri arasında istatistiksel bir fark yoktur ($P>0,05$). Preparasyon sonrası kanal eğimlerinde ise K3 grubunda alt gruplar arasında istatistiksel bir fark görülmezken, Mtwo grubunda preparasyon sonrası kanal eğiminin torkun en fazla olduğu alt grupta torku en düşük olan alt gruptan fazla olduğu görülmüştür. Her ne kadar istatistiksel bir farklılık bulunmasa da Mtwo grubunda preparasyon sonrası kanal eğiminin torku 300 gcm olan alt grupta diğer alt gruplardan fazla olmasının bu sonucu doğrulduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca Mtwo grubundaki alt gruplar eğim değişimi yönünden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır ($P>0,05$). K3 grubunda ise eğimde, torku en fazla olan grupta en az değişim meydana gelmiştir. Bu durum, K3 grubunda eğimin iç kısmından kaldırılan madde miktarının torkun 120 gcm olduğu alt grupta en az , torkun 20 gcm olduğu alt grupta ise en fazla olmasıyla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda, K3 grubunda eğim değişimindeki böyle bir farkın torku fazla olan grupta eğenin minimum basınç altında, daha aktif ve hızlı olarak kanalın orijinal şekline uygun preparasyon yapmasından kaynaklandığı düşünmekteyiz.

5.7 Zip-Elbow, Basamak ve Perforasyon Oluşumunun Değerlendirilmesi

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, pek çok kanal eğesi ve preparasyon yöntemi basamak, zip, elbow ve perforasyon gibi preparasyon hatalarına neden olmaktadır [69, 97, 98, 113].

Bryant ve arkadaşları [69] kanal içerisinde düzleşme eğiliminde olan büyük numaralı eğeler için zip ve perforasyon oluşumunun muhtemel olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu gibi problemlerin gerçek dişlerde dentin sertliğinin rezinden daha fazla olmasından dolayı bu kadar kolay oluşmayacağını bildirmişlerdir.

Bishop ve Dummer [117] paslanmaz çelik Flexofile eğelerle yapılan kanal preparasyonunda Nitiflex eğelere göre daha fazla zip, basamak ve perforasyon oluşumu meydana geldiğini; Nitiflex eğelerin esnekliklerinden dolayı çok az sayıda kanal düzensizliğine sebep olduğunu ifade etmişlerdir.

Schäfer ve Florek'in [108] yaptıkları çalışmada K3 grubunda 28° eğimli kanalların 2'sinde basamak, 2'sinde zip; 35° eğimli kanalların 4'ünde basamak 2'sinde zip olduğu görülmüştür. K-Flexofile grubunda 28° eğimli kanalların 5'inde basamak, 5'inde zip; 35° eğimli kanallarda ise 6 kanalda basamak, 6 kanalda zip meydana gelmiştir.

Sonntag ve arkadaşları [99] yaptıkları çalışmada Endo IT motorla K3 ve ProTaper Ni-Ti döner kanal eğeleri kullanılarak crown-down yöntemle preparasyon yapılan yapay kanallarda % 46,9 ve % 50 zip oluşumunu bildirirken, Mtwo Ni-Ti döner kanal eğeleri kullanılarak tek boyut tekniğiyle preparasyon yapılan kanallarda % 20 zip oluşumunu bildirmişlerdir. Elbow ve basamak oluşumu yönünden ise istatistiksel bir fark bulamamışlardır.

Yoshimine ve arkadaşlarının [100] K3, RaCe ve ProTaper serilerinin şekillendirme etkinliklerini inceledikleri çalışmada ProTaper grubunda basamak ve zip gibi apikal düzensizliklere eğilim gözlenmiştir. Büyük koniklikteki eğelerin apikal preparasyonda kullanımından önce daha küçük koniklikteki eğelerin kullanımının birçok preparasyon hatasını önleyebileceği belirtilmiştir. Bu nedenle ProTaper sistemin daha küçük koniklikteki ve daha esnek sistemlerle kombine kullanımı önerilmiştir.

Nagy ve arkadaşlarının [25] yaptıkları çalışmada perforasyon ile elbow görülme oranının ve kök kanallarının asimetrik preparasyonunun daha çok eğri kanallarda meydana geldiğini, apikal stop noktasının koronale taşınması, kanal duvarının

konturundaki düzensizlikler, basamak oluşumu ve zip oluşumunun kanal morfolojisinden bağımsız olduğunu bildirmişlerdir.

Eleftheriadis ve Lambrianidis [128] basamak ve kök perforasyonlarının meydana gelmesindeki en önemli faktörün kanal eğimi olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda K3 ve Mtwo Ni-Ti döner kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda hiçbir alt grupta zip-elbow ve perforasyon oluşumu gözlenmemiştir. Her iki ege grubumuzda da tüm alt gruplarda prepare edilen kanallarda basamak oluşmuştur fakat basamak oluşumu yönünden alt gruplarımız arasında istatistiksel bir farklılık bulunamamıştır ($P>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı bulunmasa da en az basamak oluşumu K3 grubunda torku en az olan alt grupta, Mtwo grubunda ise torku en fazla olan alt grupta gözlenmiştir.

5.8 Alet Kırıklarının Değerlendirilmesi

Ni-Ti döner kanal eğeleriyle yapılan preparasyon tekniklerinde başlıca problem alet kırıkları, kök kanal tedavisini ciddi şekilde tehlikeye sokabilen iatrojenik bir hatadır [62]. Pek çok çalışmada alet kırığında etkili olan çeşitli faktörler değerlendirilmiştir [30, 91, 129, 130].

Zelada ve arkadaşları [130] yaptıkları çalışmada, dönme hızının ve kök kanal eğiminin endodontik döner eğelerin kırılma risklerinin artışına katkıda bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sattapan ve arkadaşları [31] Ni-Ti döner endodontik eğelerle defekt oluşumunu analiz etmek için yaptıkları çalışmada, eğelerin yaklaşık % 50'sinde görülebilir defekt olduğunu ve bunun % 21'inin alet kırığı, % 28'inin ise plastik deformasyon olduğunu saptamışlardır. Ayrıca kırılan eğelerin % 55,7'sinin torsiyona bağlı, % 44,3'ünün ise döngüsel yorgunluğa bağlı kırıldığını belirtmişlerdir. Torsiyonal kırığa maruz kalan tüm eğelerde açılma, tersine sarılma ve spirallerin sıkışması gibi defektler görülürken döngüsel yorgunluktan kırılan eğelerde herhangi bir defekt görülmeksizin keskin bir kırık hattı meydana gelmiştir. Torsiyonal kırıkların daha çok küçük eğelerde, döngüsel yorgunluğa bağlı kırıkların ise daha çok kalın eğelerde olduğu gözlenmiştir.

Yared ve arkadaşları [91] dönme hızının, torkun ve çalışmacının becerisinin ProFile eğelerin kırılmasına olan etkilerini değerlendirdikleri çalışmada dönme hızının alet kırığını artırdığını, farklı tork değerlerinin uygulandığı (20, 30 ve 55 Ncm) üç grupta da alet kırığı gözlenmediğini, deneyimi olmayan çalışmacının alet deformasyonu

ve alet kırığını artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca oldukça yüksek tork değerlerinde alet deformasyonu ve kırılması meydana gelmemesinden dolayı düşük torklu motorların tecrübeli çalışmacılar için kullanışlı olmayabileceğini fakat tecrübesi az olan çalışmacılar ve öğrenciler için kullanımının faydalı olabileceğini belirtmişlerdir.

Gambarini [88], düşük tork değerlerinin uygulandığı endodontik motorların kullanımının Ni-Ti döner eğelerin dönme yorgunluğuna olan direncinin artmasına yol açtığını bildirmiştir. Ni-Ti döner eğeler üzerine gelen mekanik stresin motorun torkuyla orantılı olduğunu, yüksek torklu motorlar kullanıldığında eğenin spesifik tork limitinin sıklıkla aşıldığını, böylece mekanik stresin ve deformasyon/kırılma riskinin arttığını belirtmiştir.

Yared ve Kulkarni [30] farklı türde motorları ProFile eğelerle 170 rpm'de kullanarak yaptıkları çalışmada, çok düşük tork kontrollü motorların diğer motorlardan daha güvenilir olduğunu, havalı motorla 13, yüksek tork kontrollü (10 Ncm) ve düşük tork kontrollü (1, 1,5, 2 ve 3 Ncm) motorla 10, çok düşük tork kontrollü (<1 Ncm) motorla ise sadece 2 alet kırığı meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Yared ve arkadaşlarının [90] havalı motor, yüksek tork kontrollü (10 Ncm) ve düşük tork kontrollü (1, 1,5, 2 ve 3 Ncm) motorla yaptıkları başka bir çalışmada ise üç grupta da ProFile eğelerde kırık oluşmadığını, sadece üç eğenin havalı ve yüksek tork kontrollü motor kullanımında deforme olduğu gösterilmiştir. Yared aynı zamanda teorik olarak yüksek tork değerlerinde eğenin daha etkin olduğunu, bundan dolayı eğenin kilitlenme oranının dolayısıyla da deformasyon ve kırılma eğiliminin artacağını; düşük torkun ise kesme etkinliğini düşürerek eğenin kanal içerisinde ilerlemesini zorlaştıracağını, böylece çalışmacının eğeye kuvvet uygulayarak kilitlenme, deformasyon ve kırık oluşumunu teşvik edebileceğini bildirmiştir.

Jodway ve Hülsmann [110] Endo IT motorda her eğenin tork ve hız ayarını yaparak K3 ve NiTi-TEE eğelerle preparasyon yapmışlar ve hiç bir egede kırılma olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada K3 eğeler 1,2 Ncm tork ve 300 rpm hız ayarında kullanılmıştır.

Schäfer ve Schlingemann [127] her eğeyi sadece bir kanalı genişletmek için kullandıkları çalışmalarında K3 eğeleri torku 1,2 Ncm, hızı 250 rpm'ye ayarlayarak preparasyon yapmışlar, beş K3 egede (iki .04/30 no'lu ege, üç .04/35 no'lu ege) kırılma olduğunu göstermişlerdir. Paslanmaz çelik K-Flexofile eğelerde ise kırık oluşmadığını bildirmişlerdir.

Birçok çalışmada eğeler dört, beş veya on kanalda preparasyon yapıldıktan sonra tekrar kullanılmamıştır [93, 98, 100, 123, 131, 132]. Bizim çalışmamızda da her eğe en fazla dört kanalı prepare etmek için kullanılmıştır.

Çalışmamızda K3 Ni-Ti döner kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda torku 20 olan grupta 1 egede kırılma meydana gelirken 1 egede de deformasyon oluşmuştur. Torku 60 olan grupta 2 egede kırık oluşmuştur, deformasyon gözlenmemiştir. Torku 120 olan alt grupta ise alet kırığı gözlenmezken, 1 egede deformasyon meydana gelmiştir. Fakat alet kırığı ve deformasyonu yönünden alt gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Mtwo Ni-Ti döner kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda hiçbir alt grupta alet kırığı gözlenmemiştir. Torku 100 ve 150 gcm olan alt gruplarda eğelerde deformasyon olmamasına karşın, torku 300 gcm olan alt grupta 8 egede deformasyon meydana gelmiştir. En fazla deformasyon .05/15 no'lu egede meydana gelmiştir. Torkun deformasyon oluşumunu bu alt grupta artırması; uygulanan tork değerinin eğelerin spesifik tork değerlerinin üzerinde olmasından dolayı, eğelerin fazla strese maruz kalması nedeniyle olabilir. Ayrıca tüm eğelerin çalışma boyutunda kullanılmasının torkun yüksek olmasıyla birlikte Mtwo grubunda deformasyonu artırmış olabileceğini düşünmekteyiz. Nitekim Gambarini [62] koronal genişletmenin daima kanal eğimini azaltacağını ve böylece apikal alanda eğe üzerindeki mekanik stresin azalacağını belirtmiştir.

5.9 Çalışma Boyunda Meydana Gelen Değişimin Değerlendirilmesi

Kök kanal tedavisinde, özellikle döner aletlerle preparasyon yapıldığında ve dokunma hissi kaybolduğunda eksik ya da taşkın preparasyondan kaçınmak için çalışma boyunun korunması önemlidir. Çalışma boyundaki küçük değişiklikler büyük olasılıkla kanalın ufak çaptaki düzleşmelerinin veya çalışmacının çalışma boyunu kontrol edememesinin etkisiyle ortaya çıkabilmektedir [131].

Alodeh ve Dummer [102] K tipi eğe ile prepare edilen kanallarda 1,3 mm, H tipi eğe ile preparasyon yapılan kanallarda ise 0,9 mm çalışma boyu kaybı olduğunu bildirmişlerdir. Bu kaybı rezin talaşlarıyla apikalin tıkanmasına ve kanalın düzleşmesine bağlamışlardır.

Himel ve arkadaşları [133] çalışma boyunun Ni-Ti eğelerle yapılan preparasyonlarda paslanmaz çelik eğelere göre daha iyi korunduğunu bildirmişlerdir.

Schäfer ve Lohmann [107] Flexmaster ve K-Flexofile eğeleriyle yapılan preparasyonlarda çalışma boyu kaybı yönünden istatistiksel bir fark olmadığını ve çalışma boyunda küçük miktarlarda değişiklik olduğunu ifade etmişlerdir.

Vahid ve arkadaşları [94] ProTaper, Mtwo, Flexmaster ve ProFile eğelerle yaptıkları preparasyonlarda tüm eğelerin çalışma boyunu iyi kontrol ettiğini ve eğeler arasında istatistiksel bir farklılık olmadığını göstermişlerdir.

Bürklein ve Schäfer [123] Mtwo eğeleri farklı motorlarla kullanarak yaptıkları çalışmada hiçbir kanalın resin artıklarıyla tıkanmadığını ve taşkın preparasyon meydana gelmediğini fakat birçok kanalda küçük miktarlarda çalışma boyu kaybı olduğunu bildirmiştir. Bu sonucun da kanaldaki küçük düzleşmelerden veya çalışma boyunun kontrol edilememesinden kaynaklandığını açıklamışlardır.

Jodway ve Hülsmann [110] K3 eğelerle preparasyonda 25 kanalın ikisinde 0,3 mm, NiTi-TEE eğelerle ise bir vakada çalışma boyu kaybı meydana geldiğini bildirmiştir.

Çalışmamızda K3 grubunda ve Mtwo grubunda hiçbir alt grupta resin artıklarıyla tıkanma meydana gelmemiştir. Fakat tüm alt gruplarda çalışma boyu kaybı meydana gelmiştir. İstatistiksel değerlendirmede alt gruplar arasında bir farklılık olmadığı ($P>0,05$) görülmüştür. Çalışmamızda meydana gelen çalışma boyu kaybının eğimdeki düzleşmeden ve boyutun tam olarak kontrol edilememesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Hem Mtwo grubunda hem de K3 grubunda çalışma boyundaki değişimin alt gruplar arasında istatistiksel bir farklılık göstermemesi, eğimdeki değişimin her iki grupta da alt gruplar arasında çok büyük farklılıklar göstermemesiyle açıklanabilir.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara dayanarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. K3 ve Mtwo gruplarında preparasyon sonrası kanal genişliği istatistiksel olarak farklılığın önemli bulunduğu ölçüm noktalarında, tork azaldıkça artmıştır.
2. K3 grubunda eğimin dış kısmında meydana gelen genişleme miktarı istatistiksel farklılığın önemli olduğu bazı ölçüm noktalarında tork azaldıkça artarken, eğimin başlangıç noktasında alt gruplardaki farklılığın torkla bağlantısı kurulamamıştır. Mtwo grubunda eğimin dış kısmında meydana gelen genişleme miktarı istatistiksel farklılığın önemli olduğu tüm ölçüm noktalarında tork azaldıkça artmıştır.
3. K3 grubunda eğimin iç kısmında meydana gelen genişleme miktarı istatistiksel farklılığın önemli bulunduğu ölçüm noktalarının bazılarında tork azaldıkça azalırken, eğimin başlangıç kısmında torkun artmasıyla azalmıştır. Eğimin apikal noktasında ise farklılığın torkla bağlantısı kurulamamıştır. Mtwo grubunda eğimin iç kısmında meydana gelen genişleme miktarı istatistiksel farklılığın önemli bulunduğu ölçüm noktasında, torkun azalmasıyla paralellik göstermiştir.
4. K3 grubunda kanalda meydana gelen transportasyon miktarı istatistiksel farklılığın önemli bulunduğu bazı ölçüm noktalarında tork azaldıkça artarken, eğimin apeks noktasında, farklılığın torkla bağlantısı kurulamamıştır. Mtwo grubunda ise istatistiksel farklılığın önemli bulunduğu ölçüm noktalarında transportasyon miktarı torkun azalmasıyla paralellik göstermiştir.
5. K3 ve Mtwo gruplarında istatistiksel olarak farklılığın önemli bulunduğu ölçüm noktalarında içe doğru transportasyon torku en az olan alt grupta diğer alt gruplardan daha az meydana gelmiştir. Dışa doğru transportasyon ise en fazla bu alt grupta görülmüştür.
6. K3 grubunda kanal eğimi torkun yüksek olduğu alt grupta daha iyi korunmuştur. Mtwo grubunda ise tork değerlerinin eğim değişimine etkisi bulunmamıştır.
7. K3 ve Mtwo Ni-Ti döner kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda hiçbir alt grupta zip-elbow ve perforasyon oluşumu meydana gelmemiştir. Her iki ege grubunda da tüm alt gruplarda prepare edilen kanallarda basamak oluşmuştur. Fakat torkun basamak oluşumuna etkisi saptanmamıştır.

8. Mtwo grubunda torkun en yüksek değerde olduğu alt grupta fazla sayıda eğe deforme olmuştur. Fakat hiçbir alt grupta alet kırığı oluşmamıştır.
9. Çalışma boyu kaybının torkla ilişkisinin bulunmadığı saptanmıştır.
10. Crown-down yöntemle preparasyon yapıldığında yüksek torkla çalışılırken eğede kırılma meydana gelmemesi için dikkatli olunmalıdır.
11. Torkun kanal preparasyonuna etkisinin kullanılan eğenin tipine, konikliğine, preparasyon yöntemine ve çalışmacının preparasyon sırasında apikal yönde kuvvet uygulamasına bağlı olarak değişebileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Alaçam, T., Uzel, İ., Alaçam, A. (2000). Endodonti, II. Baskı, Barış Yayınları, Ankara.
- [2] Yu, D.C. and Schilder, H. (2001). Cleaning and shaping the apical third of a root canal system, *Gen Dent*, Vol. 49, 266-270.
- [3] Weine, F.S. (1996). *Endodontic Theraphy*, 5th ed., St. Louis, Missouri, Mosby, 305-394.
- [4] Hülsmann, M., Rummelin, C., Schafers, F. (1997). Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation, *J Endodont*, Vol. 23, 301-306.
- [5] Wu, M.K. and Wesselink, P.R. (1995). Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 79, 492-496.
- [6] Zmener, O. and Banegas, G. (1996). Comparison of three instrumentation techniques in the preparation of simulated curved root canals, *Int Endod J*, Vol. 29, 315-319.
- [7] Thompson, S.A. and Dummer, P.M.H. (1997). Shaping ability of Profile.04 taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1, *Int Endod J*, Vol. 30, 1-7.
- [8] Short, J.A., Morgan, L.A., Baumgartner, J.C. (1997). A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques, *J Endodont*, Vol. 23, 503-507.
- [9] Yared, G.M. and Kulkarni, G.K. (2004). Accuracy of the DTC torque control motor for nickel-titanium rotary instruments, *Int Endod J*, Vol. 37, 399-402.
- [10] Yared, G.M., Bou Dagher, F.E., Machtou, P., Kulkarni, G.K. (2002). Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater Taper files, *Int Endod J*, Vol. 35, 7-12.
- [11] Schilder, H. (1974). Cleaning and shaping the root canal system, *Dent Clin North Am*, Vol. 18, 269-296.
- [12] Ruddle, C.J. (2002). Cleaning and shaping the root canal system, In: Cohen, S., Burns, R.C., *Pathways of the pulp*, 8th ed, St. Louise, Mosby, 231-291.
- [13] Walton, R.E. (1992). Current concepts of canal preparation, *Dent Clin North Am*, Vol. 36, 309-326.
- [14] Weine, F.S., Kelly, R.F., Lio, P.J. (1975). The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape, *J Endodont*, Vol. 1, 255-262.
- [15] Southard, D.W., Oswald, R.J., Natkin, E. (1987). Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique, *J Endodont*, Vol. 13, 479-489.
- [16] Toker, T. (2007). Farklı döner alet sistemlerinde kullanılan Ni-Ti eğelerin mekanik özelliklerinin karşılaştırılması değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara
- [17] Çalışkan, M.K. (2006). *Endodontide Tanı ve Tedaviler*, Nobel Tıp Kitabevleri.
- [18] Burns, R.C. and Herbranson, E.J. (2002). Tooth Morphology and Cavity Preparation, In: Cohen, S., Burns, R.C., *Pathways of the pulp*, 8th ed, St. Louise, Mosby, 173-229.

- [19] Nagy, C.D., Szabó, J., Szabó, J. (1995). A Mathematically Based Classification of Root Canal Curvatures on Naturel Humen Teeth, *J Endodont*, Vol. 21, 557-560.
- [20] Schneider, S.W. (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 32, 271-275.
- [21] Bone, J. and Moule, A.J. (1986). The nature of curvature of palatal canals in maxillary molar teeth, *Int Endod J*, Vol. 19, 178-186.
- [22] Ingle, J.I. and Taintor, J.F. (1985). *Endodontics*, 3rd ed, Philadelphia: Lea & Febiger.
- [23] Zidell, J. (1985). Classification of root canal system, In: Ingle, J.I., Taintor, J.F., *Endodontics*, 3rd ed, Philadelphia: Lea & Febiger, 246.
- [24] West, J.D., Roane, J.B., Georig, A.C. (1994). Cleaning and Shaping the Root Canal System, In: Cohen, S., Burns, R.C., *Pathways of the Pulp*, 6th ed, St. Louise, Mosby, 179-218.
- [25] Nagy, C.D., Bartha, K., Bernáth, M., Verdes, E., Szabó, J. (1997). The effect of root canal morphology on canal shape following instrumentation using different techniques, *Int Endod J*, Vol. 30, 133-140.
- [26] Jafarzadeh, H. and Abbott, P.V. (2007). Ledge formation: review of a great challenge in endodontics, *J Endodont*, Vol. 33, 1155-1162.
- [27] Zmener, O., Grimberg, F., Banegas, G., Chiacchio, L. (1999). Detection and measurement of endodontic root perforations using a newly designed apex-locating handpiece, *Dent Traumatol*, Vol. 15, 182-185.
- [28] Ingle, J.I. and Bakland, L.K. (1994). *Endodontics*, 4th ed, Baltimore, MD, USA: Williams & Wilkins.
- [29] Seltzer, S., Bender, I.B., Smith, J., Freedman, I., Nazimov, H. (1967). Endodontic failures—An analysis based on clinical radiographic and histological findings: Part I, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 23, 500-516.
- [30] Yared, G.M. and Kulkarni, G.K. (2002). Failure of ProFile Ni-Ti instruments used by an inexperienced operator under access limitations, *Int Endod J*, Vol. 35, 536-541.
- [31] Sattapan, B., Nervo, G.J., Palamara, J.E., Messer, H.H. (2000). Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use, *J Endodont*, Vol. 26, 161-165.
- [32] Chenail, B.L., Brantley, W.A., Gerstein, H. (1986). Clockwise torsional properties of new and used root canal files, *J Endodont*, Vol. 12, 59-63.
- [33] Zeigler, P.E. and Serene, T.P. (1987). Failures in therapy, In: Cohen, S., Burns, R.C., *Pathways of the Pulp*, 4th ed, St. Louise, Mosby, 723-755.
- [34] Ingle, J.I. (1961). A standardized endodontic technique using newly designed instruments and filling materials, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 14, 83-91.
- [35] Roane, J.B., Sabala, C.L., Duncanson, M.G. (1985). The balanced force concept for instrumentation of curved canals, *J Endodont*, Vol. 11, 203-211.
- [36] Goerig, A.C., Michelich, R.J., Schultz, H.H. (1982). Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique, *J Endodont*, Vol. 8, 550-554.
- [37] Fava, L.R.G. (1983). The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation, *J Endodont*, Vol. 9, 76-80.
- [38] Morgan, L.F. and Montgomery, S. (1984). An evaluation of the crown-down pressureless technique, *J Endodont*, Vol. 10, 491-498.
- [39] Ruiz-Hubard, E.E., Gutmann, J.L., Wagner, M.J. (1987). A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques, *J Endodont*, Vol. 13, 554-558.

- [40] Wildey, W.L., Senia, E.S. (1989). A new root canal instrument and instrumentation technique: a preliminary report, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 67, 198-207.
- [41] Gilles, J.A. and del Rio, C.E. (1990). Comparison of the Canal Master endodontic instrument and K-type files for enlargement of curved root canals, *J Endodont*, 16, 561-565.
- [42] Leseberg, D.A. and Montgomery, S. (1991). The effects of Canal Master, Flex-R, and K-Flex instrumentation on root canal configuration, *J Endodont*, Vol. 17, 59-65.
- [43] Abou-Rass, M., Frank, A.L., Glick, D.H. (1980). The anticurvature filing method to prepare the curved root canal, *J Am Dent Assoc*, Vol. 101, 792-794.
- [44] Spångberg, L. (2002). Instruments, Materials, and Devices, In: Cohen, S., Burns, R.C., *Pathways of the pulp*, 8th ed, St. Louise, Mosby, 521-572.
- [45] Webber, J. (1997). Basic instrumentation in endodontics, In: Harty's *Endodontics in Clinical Practice*, 4 th ed, Pitt Ford, T.R. (Ed.), Oxford, UK, Wright, 50-80.
- [46] Miserendino, L.J. (1994). Instruments, Materials, and Devices, In: Cohen, S., Burns, R.C., *Pathways of the Pulp*, 6th ed, St. Louise, Mosby, 377-413.
- [47] Dolan, D.W. and Craig, R.G. (1982). Bending and torsion of endodontic files with rhombus cross sections, *J Endodont*, Vol. 8, 260-264.
- [48] Beer, R., Baumann, M.A., Kim, S., (2000). *Endodontology*, Thime Stuttgart, New York.
- [49] Miserendino, L.J., Brantley, W.A., Walia, H.D., Gerstein, H. (1988). Cutting efficiency of endodontic hand instruments. Part 4. Comparison of hybrid and traditional instrument designs, *J Endodont*, Vol. 14, 451-454.
- [50] Al-Omari, M.A., Dummer, P.M.H, Newcombe, R.G. (1992). Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 1, *Int Endod J*, Vol. 25, 57-66.
- [51] Haikel, Y., Gasser, P., Allemann, C. (1991). Dynamic fracture of hybrid endodontic hand instruments compared with traditional files, *J Endodont*, Vol. 17, 217-220.
- [52] Neal, R.G., Craig, R.G., Powers, J.M. (1983). Effect of sterilization and irrigants on the cutting ability of stainless steel files, *J Endodont*, Vol. 9, 93-96.
- [53] Stenman, E. and Spångberg, L.S. (1990). Machining efficiency of endodontic files: a new methodology, *J Endodont*, Vol. 16, 151-157.
- [54] Al-Omari, M.A., Dummer, P.M.H., Newcombe, R.G., Doller, R. (1992). Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 2, *Int Endod J*, Vol. 25, 67-81.
- [55] Briseño, B.M., Sonnabend, E. (1991). The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study, *Int Endod J*, Vol. 24, 15-23.
- [56] Schäfer, E., Tepel, J., Hoppe, W. (1995). Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals, *J Endodont*, Vol. 21, 493-497.
- [57] Yaman, S.D. (2002). Endodontide kullanılan kök kanal aletleri, *GÜ Dişhek Fak Derg*, Vol. 19, 51-57.
- [58] Thompson, S.A. (2000). An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry, *Int Endod J*, Vol. 33, 297-310.

- [59] Walia, H.M., Brantley, W.A., Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files, *J Endodont*, Vol. 14, 346-351.
- [60] Peters, O.A. (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review, *J Endodont*, Vol. 30, 559-567.
- [61] Hülsmann, M., Peters, O.A., Dummer, P.M.H. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means, *Endodont Top*, Vol. 10, 30-76.
- [62] Gambarini, G. (2000). Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation, *Dent Traumatol*, Vol. 16, 95-100.
- [63] Glosson, C.R., Haller, R.H., Dove, S.B., del Rio, C.E. (1995). A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driven, and K-Flex endodontic instruments, *J Endodont*, Vol. 21, 146-151.
- [64] Knowles, K.I., Ibarrola, J.L., Christiansen, R.K. (1996). Assessing apical deformation and transportation following the use of LightSpeed root canal instruments, *Int Endod J*, Vol. 29, 113-117.
- [65] Iqbal, M.K., Firic, S., Tulcan, J., Karabucak, B., Kim, S. (2004). Comparison of apical transportation between ProFile and ProTaper NiTi rotary instruments, *Int Endod J*, Vol. 37, 359-364.
- [66] Shen, Y., Cheung, G.S., Bian, Z., Peng, B. (2006). Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use, *J Endodont*, Vol. 32, 61-65.
- [67] Gambarini, G. (2001). Advantages and disadvantages of new torque-controlled endodontic motors and low-torque Ni-Ti rotary instrumentation, *Aust Endod J*, Vol. 27, 99-104.
- [68] Cohen, S. and Hargreaves, K.M. (2006). *Pathways of the Pulp*, 9th ed, St. Louise, Mosby, 290-357.
- [69] Bryant, S.T., Dummer, P.M.H., Pitoni, C., Bourba, M., Moghal, S. (1999). Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals, *Int Endod J*, Vol. 32, 155-164.
- [70] Calberson, F.L.G., Deroose, C.A.J.G., Hommez, G.M.G., Raes, H., De Moor, R.J.G. (2002). Shaping ability of GTTM rotary files in simulated resin root canals, *Int Endod J*, Vol. 35, 607-614.
- [71] Hata, G., Uemura, M., Kato, A.S., Imura, N., Novo, N.F., Toda, T. (2002). A comparison of shaping ability using ProFile, GT file, and Flex-R endodontic instruments in simulated canals, *J Endodont*, Vol. 28, 316-321.
- [72] Park, H. (2001). A comparison of Greater Taper files, ProFiles, and stainless steel files to shape curved root canals, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 91, 715-718.
- [73] Thompson, S.A. and Dummer, P.M.H. (1998). Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2, *Int Endod J*, Vol. 31, 268-274.
- [74] Griffiths, I.T., Bryant, S.T., Dummer, P.M.H. (2000). Canal shapes produced sequentially during instrumentation with Quantec LX rotary nickel-titanium instruments: a study in simulated canals, *Int Endod J*, Vol. 33, 346-354.
- [75] Schäfer, E., Erler, M., Dammaschke, T. (2006). Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals, *Int Endod J*, Vol. 39, 196-202.
- [76] Malagino, V.A., Grande, N.M., Plotino, G., Somma, F. (2006). The Mtwo NiTi rotary system for root canal preparation, *roots*, Vol. 3, 67-70.

- [77] Thompson, S.A. and Dummer, P.M.H. (1997). Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2, *J Endodont*, Vol. 23, 742-747.
- [78] HERO 642 Tanıtım Broşürü, MicroMega, Fransa.
- [79] K3 Nickel-Titanium Files Overview, SybronEndo, The Netherlands. (<http://www.sybronendo.com/index>).
- [80] K3 Nickel-Titanium Files Brochure, SybronEndo, The Netherlands.
- [81] Viana, A.C.D., Bahia, M.G.A., Buono, V.T.L. (2010). Comparison between the flexibility of three different types of rotary NiTi endodontic instruments, *Materials Science Forum*, Vol. 643, 61-68.
- [82] Gambarini, G. (2005). The K3 rotary nickel titanium instrument system, *Endodont Top*, Vol. 10, 179-182.
- [83] Paqué, F., Musch, U., Hülsmann, M. (2005). Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments, *Int Endod J*, Vol. 38, 8-16.
- [84] RaCe flayer, FKG Dentaire, İsviçre.
- [85] Weiger, R., Brückner, M., ElAyouti, A., Löst, C. (2003). Preparation of curved root canals with rotary FlexMaster instruments compared to Lightspeed instruments and NiTi hand files, *Int Endod J*, Vol. 36, 483-490.
- [86] Guelzow, A., Stamm, O., Martus, P., Kielbassa, A.M. (2005). Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation, *Int Endod J*, Vol. 38, 743-752.
- [87] Bahia, M.G., Melo, M.C., Buono, V.T. (2006). Influence of simulated clinical use on the torsional behavior of nickel-titanium rotary endodontic instruments, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 101, 675-680.
- [88] Gambarini, G. (2001). Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments after clinical use with low- and high-torque endodontic motors, *J Endodont*, Vol. 27, 772-774.
- [89] VDW.GOLD Micro-motor for root canal preparation with integrated apex locator, User manual, Germany.
- [90] Yared, G.M., Bou Dagher, F.E., Machtou, P. (2001). Failure of ProFile instruments used with high and low torque motors, *Int Endod J*, Vol. 34, 471-475.
- [91] Yared, G.M., Bou Dagher, F.E., Machtou, P. (2001). Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on ProFile failures, *Int Endod J*, Vol. 34, 47-53.
- [92] Booth, J.R., Scheetz, J.P., Lemons, J.E., Eleazer, P.D. (2003). A comparison of torque required to fracture three different nickel-titanium rotary instruments around curves of the same angle but of different radius when bound at the tip, *J Endodont*, Vol. 29, 55-57.
- [93] Hülsmann, M., Schade, M., Schäfers, F. (2001). A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments, *Int Endod J*, Vol. 34, 538-546.
- [94] Vahid, A., Roohi, N., Zayeri, F. (2009). A comparative study of four rotary NiTi instruments in preserving canal curvature, preparation time and change of working length, *Aust Endod J*, Vol. 35, 93-97.
- [95] Veltri, M., Mollo, A., Pini, P.P., Ghelli, L.F., Balleri, P. (2004). In vitro comparison of shaping abilities of ProTaper and GT rotary files, *J Endodont*, Vol. 30, 163-166.

- [96] Ayar, L.R. and Love, R.M., (2004). Shaping ability of ProFile and K3 rotary Ni-Ti instruments when used in a variable tip sequence in simulated curved root canals, *Int Endod J*, Vol. 37, 593-601.
- [97] Ersev, H., Yilmaz, B., Ciftcioglu, E., Ozkarsli, S.F. (2010). A comparison of the shaping effects of 5 nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 109, e86-93.
- [98] Perez, F., Schoumacher, M., Peli, J.F. (2005). Shaping ability of two rotary instruments in simulated canals: stainless steel ENDOflash and nickel-titanium HERO Shaper, *Int Endod J*, Vol. 38, 637-644.
- [99] Sonntag, D., Ott, M., Kook, K., Stachniss, V. (2007). Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper, *Aust Endod J*, Vol. 33, 73-81.
- [100] Yoshimine, Y., Ono, M., Akamine, A. (2005). The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals, *J Endodont*, Vol. 31, 373-375.
- [101] Lim, K.C. and Webber, J. (1985). The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape, *Int Endod J*, Vol. 18, 240-246.
- [102] Alodeh, M.H. and Dummer, P.M.H. (1989). A comparison of the ability of K-files and Hedstrom files to shape simulated root canals in resin blocks, *Int Endod J*, Vol. 22, 226-235.
- [103] Baumgartner, J.C., Martin, H., Sabala, C.L., Strittmatter, E.J., Wildey, W.L., Quigley, N.C. (1992). Histomorphometric comparison of canals prepared by four techniques, *J Endodont*, Vol. 18, 530-534.
- [104] Schäfer, E., Tepel, J. (1996). Cutting efficiency of Hedstrom, S and U files made of various alloys in filing motion, *Int Endod J*, Vol. 29, 302-308.
- [105] Gambill, J.M., Alder, M., del Rio, C.E., (1996). Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography, *J Endodont*, Vol. 22, 369-375.
- [106] Schäfer, E. (2001). Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments and stainless steel hand K-Flexofiles in simulated curved root canals, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 92, 215-220.
- [107] Schäfer, E. and Lohmann, D. (2002). Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile-Part 1. Shaping ability in simulated curved canals, *Int Endod J*, Vol. 35, 505-513.
- [108] Schäfer, E. and Florek, H. (2003). Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals, *Int Endod J*, Vol. 36, 199-207.
- [109] Schäfer, E., Schulz-Bongert, U., Tulus, G. (2004). Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study, *J Endodont*, Vol. 30, 432-435.
- [110] Jodway, B. and Hülsmann, M. (2006). A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary Ni-Ti instruments, *Int Endod J*, Vol. 39, 71-80.
- [111] Kuzekanani, M., Walsh, L.J., Yousefi, M.A. (2009). Cleaning and shaping curved root canals: Mtwo vs ProTaper instruments, a lab comparison, *Indian J Dent Res*, Vol. 20, 268-270.
- [112] Martin, G. and Blasković-Subat, V. (1997). Preparation of simulated root canals using the Macfile, Canal Master U and K-Flexofile, *Int Endod J*, Vol. 30, 160-166.

- [113] Aydin, C., Inan, U., Yasar, S., Bulucu, B., Tunca, Y.M. (2008). Comparison of shaping ability of RaCe and Hero Shaper instruments in simulated curved canals, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 105, e92-97.
- [114] Calberson, F.L., Deroose, C.A., Homme, G.M., De Moor, R.J. (2004). Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals, *Int Endod J*, Vol. 37, 613-623.
- [115] Hartmann, M.S., Barletta, F.B., Camargo Fontanella, V.R., Vanni, J.R. (2007). Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography, *J Endodont*, Vol. 33, 962-965.
- [116] Lam, T.V., Lewis, D.J., Atkins, D.R., Macfarlane, R.H., Clarkson, R.M., Whitehead, M.G., Brockhurst, P.J., Moule, A.J. (1999). Changes in root canal morphology in simulated curved canals over-instrumented with a variety of stainless steel and nickel titanium files, *Aust Dent J*, Vol. 44, 12-19.
- [117] Bishop, K. and Dummer, P.M.H. (1997). A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals, *Int Endod J*, Vol. 30, 25-34.
- [118] Kosa, D.A., Marshall, G., Baumgartner, J.C., (1999). An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques, *J Endodont*, Vol. 25, 441-445.
- [119] Thompson, S.A. and Dummer, P.M.H. (2000). Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2, *Int Endod J*, Vol. 33, 255-261.
- [120] Garip, Y. and Günday, M. (2001). The use of computed tomography when comparing nickel-titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals, *Int Endod J*, Vol. 34, 452-457.
- [121] Bryant, S.T., Thompson, S.A., al-Omari, M.A., Dummer, P.M.H. (1998). Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2, *Int Endod J*, Vol. 31, 282-289.
- [122] Bramante, C.M. and Betti, L.V. (2000). Comparative analysis of curved root canal preparation using nickel- titanium instruments with or without EDTA, *J Endodont*, Vol. 26, 278-280.
- [123] Bürklein, S. and Schäfer, E. (2006). The influence of various automated devices on the shaping ability of Mtwo rotary nickel-titanium instruments, *Int Endod J*, Vol. 39, 945-951.
- [124] Cunningham, C.J. and Senia, E.S. (1992). A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars, *J Endodont*, Vol. 18, 294-300.
- [125] Schäfer, E., Diez, C., Hoppe, W., Tepel, J. (2002). Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth, *J Endodont*, Vol. 28, 211-216.
- [126] Pettiette, M.T., Metzger, Z., Phillips, C., Trope, M. (1999). Endodontic complications of root canal therapy performed by dental students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files, *J Endodont*, Vol. 25, 230-234.
- [127] Schäfer, E. and Schlingemann, R. (2003). Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth, *Int Endod J*, Vol. 36, 208-217.

- [128] Eleftheriadis, G.I. and Lambrianidis, T.P. (2005). Technical quality of root canal treatment and detection of iatrogenic errors in an undergraduate dental clinic, *Int Endod J*, Vol. 38, 725-734.
- [129] Pruett, J.P., Clement, D.J., Carnes, D.L. (1997). Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments, *J Endodont*, Vol. 23, 77-85.
- [130] Zelada, G., Varela, P., Martín, B., Bahillo, J.G., Magán, F., Ahn, S. (2002). The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments, *J Endodont*, Vol. 28, 540-542.
- [131] Thompson, S.A. and Dummer, P.M.H. (2000). Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1, *Int Endod J*, Vol. 33, 248-254.
- [132] Sadeghi, S. (2010). Shaping ability of NiTi rotary versus stainless steel hand instruments in simulated curved canals, *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, Aug, 15.
- [133] Himel, V.T., Ahmed, K.M., Wood, D.M., Alhadainy, H.A. (1995). An evaluation of nitinol and stainless steel files used by dental students during a laboratory proficiency exam, *Oral Surg Oral Med O*, Vol. 79, 232-237.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı Demet ALTUNBAŞ
Doğum Yeri ve Tarihi Tokat, 06/10/1980
Medeni Hali Evli
Yabancı Dil İngilizce
İletişim Adresi Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim Dalı,
58140-Sivas
E-posta Adresi dt_demmet@hotmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise Tokat Gazi Osman Paşa Lisesi, 1994-1998
Yüksek Lisans Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, 1998- 2003
Doktora Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim Dalı,
2006–2011

İş Tecrübesi

Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma görevlisi, 2008-