

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

**FARKLI NİKEL TİTANYUM EĞELERİN EĞİMLİ
KANALLARDA APİKAL DEBRİS TAŞKINLIĞINA
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Gülçin CAGAY SEVENCAN

ZONGULDAK
2018

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

**FARKLI NİKEL TİTANYUM EĞELERİN EĞİMLİ
KANALLARDA APİKAL DEBRİS TAŞKINLIĞINA
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Gülçin CAGAY SEVENCAN

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Mustafa Murat KOÇAK

ZONGULDAK
2018

KABUL ve ONAY:

‘FARKLI NİKEL TİTANYUM EĞELERİN EĞİMLİ KANALLARDA APİKAL DEBRİS TAŞKINLIĞINA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ’ başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Endodonti Anabilim Dalı uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

07.12.2018

Başkan: Prof. Dr. Özgür ER

Üye: Doç. Dr. Sibel KOÇAK

Üye: Prof. Dr. Emre BODRUMLU

Üye: Doç. Dr. Mustafa Murat KOÇAK

Üye: Doç. Dr. Baran Can SAĞLAM

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

TARİH:

Prof. Dr. Emre BODRUMLU

DEKAN ✓

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan, yaşadığım sorunlarda hep yanımda olan, bu süreçte her zaman hoşgörü gösteren tez danışmanım ve değerli hocam, Doç. Dr. M. Murat KOÇAK'a,

Uzmanlık eğitimim ve tez sürecim boyunca bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum değerli hocalarım Doç. Dr. Sibel KOÇAK, Doç. Dr. Baran Can SAĞLAM, Doç. Dr. Sevinç AKTEMUR TÜRKER ve bölüm başkanımız ve fakülte dekanımız Prof. Dr. Emre BODRURLU'ya,

İstatistik konusunda yardımlarını esirgemeyen, Doç. Dr. Umut BALLI'ya,

Uzmanlık eğitimim boyunca tanıdığım ve tez sürecimde yardımcı olan değerli arkadaşlarım Dt. Vildan TEK, Dt. Hale AKDENİZ, Dt. Fatih EROL'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca tanıdığım ve bu süreci beraber geçirdiğimiz, Dt. Fulden ŞENYURT TAZEGÜL, Dt. Faruk Furkan ŞAHİN, Dt. Uygur HIZARCI, Dt. Ecehan HAZAR, Dt. Olcay ÖZDEMİR ve aramıza uzmanlık sürecimin son döneminde katılan Dt. Esmâ DİNGER, Dt. Sena KAŞIKÇI, Dt. Ezgi COŞKUN, Dt. Sevcan AKÇA'ya ve Dt. Zeynep Deniz ALAGÖZ'e tüm diğer araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

İş arkadaşım, mezuniyetimden yıllar sonra Diş Hekimliği Uzmanlık sınavına girmem konusunda katkısı olan Dt. Şuayip AKIN'a,

Sevgi ve desteğini her zaman yanımda hissettiğim, tanıdığım andan itibaren aldığım tüm kararlarda bana destek olan, uzmanlık sürecimde ayrı şehirlerde yaşamayı kabul edip bu eğitimde katkısı büyük olan hayat arkadaşım İlker SEVENCAN'a ve ikinci ailem Abdullah SEVENCAN ve Fatma SEVENCAN'a,

Çok sevdiğim, beni bu günlere getiren, özlemini her an içimde hissettiğim, canım annem Meral CAGAY'a, desteğini esirgemeyen babam Murat CAGAY'a ve biricik kardeşim, dert ve sevinç ortağım F. Elçin CAGAY'a,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gülçin CAGAY SEVENCAN

2018, Zonguldak

ÖZET

Gülçin Cagay Sevensan, Farklı Nikel Titanyum Eğelerin Eğimli Kanallarda Apikal Debris Taşkınlığına Etkisinin Değerlendirilmesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2018.

Kök kanal tedavisi sonrası ağrı, diş hekimliği kliniğinde önemli bir konudur. İrrigasyon solüsyonları, dentin talaşları, pulpa dokusu ve mikroorganizmalar gibi çeşitli artıklar, apikal foramenden periapikal dokuya taşabilir. Taşan artıklar, kök kanal tedavisi sırasında veya sonrasında, postoperatif ağrı, şişme ve alevlenme gibi komplikasyonlara neden olabilir. İşlem sonrası olan ağrının şekillendirme teknikleri ile ilgisi bilinmemektedir. Taşkın debris miktarı kullanılan şekillendirme tekniklerine, eğe sisteminin tasarımına ve uç çapına bağlı olarak değişmektedir. Eğimli kanallarda kanal şekillendirme sırasında nikel titanyum eğelerin hafıza özelliğinden kaynaklanan düzleşme eğilimleri apikal transportasyon oluşturarak, apikal foramen çapının genişlemesine neden olmaktadır. Bu durum periradiküler dokuya daha fazla miktarda debris itilmesine sebebiyet vererek postoperatif flare-up gelişme ihtimalini artırabilir. Çalışmamızın amacı, farklı nikel titanyum eğelerin eğimli kanallarda apikal debris taşkınlığına etkilerinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmada 120 adet 20-40° arasında değişen eğime sahip alt çene büyük azı dişlerinin mezio-bukkal kökleri kullanılmıştır. Kök açıları 20°'den az ve 40°'den yüksek olan dişler, kök ucu gelişimini tamamlamamış, çürüklü, kron veya kök kırığı bulunan, kök kanalları kalsifiye olan veya önceden kök kanal tedavisi uygulanmış olan dişler çalışmaya dâhil edilmemiştir. Giriş kaviteleri açıldıktan sonra ISO 10 numaralı K tipi eğenin ucu apikal açıklıkta görününceye kadar eğe kanal içinde ilerletilmiştir. Bu boydan 1 mm çıkarılarak çalışma boyu belirlenmiştir. Dişlerin mezial ve distal kökleri birbirinden ayrılmıştır. Kök kanal boyları 19 mm olacak şekilde kronları kesilmiştir. Dişler, her bir deney grubunda 24 adet olmak üzere, 5 eşit gruba ayrılmıştır (n=24). Şekillendirme işleminden önce kapakları uzaklaştırılmış olan eppendorf tüplerin boş ağırlıkları 10⁻⁴ hassasiyetinde hassas terazi kullanılarak ölçülmüştür. Dişler gruplara ayrıldıktan sonra mezial kökler eppendorf tüplere yerleştirilmiştir. Gruplarda örnekler; XP-endo Shaper 30/.04, Hyflex CM 25/.04, ProTaper Next 25/.06, TF Adaptive 25/.06 ve 2Shape 25/.06 numaralı eğeler kullanılarak genişletilmiştir. Grup

1, 2, 3 ve 5'te eğeler rotasyon yapan endodontik motor, 4. grupta ise adaptif hareket yapan endodontik motor ile kullanılmıştır. Genişletme işlemi sonunda kök yüzeyinde kalan artıklar eppendorf tüpün içine yıkanmıştır. Tüm irrigasyon işlemlerinde distile su kullanılmıştır. Preparasyon işlemi tamamlandıktan sonra eppendorf tüpleri, kuru debris tartılmadan önce tüm nemin buharlaşması amacıyla 5 gün süreyle 68° kuru etüvde bekletilmiştir. Taşan debris içeren eppendorf tüpler tekrar 10^{-4} hassaslıkta terazi ile ölçülmüştür. Taşan debris miktarı, son ölçümden ilk ölçümün çıkartılması ile tespit edilmiştir. Gruplar Kruskal-Wallis testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tüm gruplarda debris taşkınlığı tespit edilmiştir. Taşan debris miktarı açısından gruplar kendi içerisinde kıyaslandığında çoktan aza doğru 2Shape (Grup 5), ProTaper Next (Grup 3), XP-endo Shaper (Grup 1), HyFlex CM (Grup 2), TF Adaptive (Grup 4) şeklinde sıralanmaktadır. Yapılan istatistik analiz sonucunda, gruplar arasında debris taşkınlığı değerlendirildiğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p<.05$).

Anahtar Kelimeler: Apikal debris taşkınlığı, eğimli kanal, kök kanal tedavisi

ABSTRACT

Gülçin Cagay Sevensan, Evaluation Of The Effect Of Different Nickel Titanium Files On Apical Debris Extrusion In Curved Canals, Bülent Ecevit University, Faculty Of Dentistry, Department Of Endodontics Dentistry, Master's Thesis, Zonguldak, 2018.

The pain after root canal treatment is an important issue in dental clinic. Several materials, including irrigants, dentine chips, pulp tissue and microorganisms can be extruded through the apical foramen into the periapical tissue. The extruded materials may cause complications, such as postoperative pain, swelling and flare-ups, during or after root canal treatment. The shaping techniques effect the postoperative pain. The amount of extruded debris may change due to the preparation techniques used, and the file system changes depending on the design shape and tip diameter. The tendency of flattening due to the memory property of nickel titanium files during canal forming in curved canals causes apical transport to enlarge by enlarging apex diameter. This will increase the likelihood of developing post-operative flare-up by causing debris to be excreted in greater amounts into periradicular tissue. The aim of our study was to compare the effects of different nickel titanium files on apical debris extrusion in curved canals. One hundred twenty human mandibular molar teeth were selected. The mesio-buccal roots of teeth with 20-40 degree were used in study. Teeth with a root angle less than 20 degrees and greater than 40 degrees, teeth with immature root apex, with caries, calcified root canals, crown or root fracture, and previously root canal treated were not included. The covers of eppendorf tubes were removed and tubes were weighed using an analytic balance with 10^{-4} accuracy A size 10 K-file wase inserted into the root canal until the tip was visible at the apical foramen to determine the real length, and the working length was determined as 1 mm less than this length. The teeth were randomly divided into 5 equal groups (n = 24). After the teeth were divided into groups, the mesial and distal roots were separated. Mesial roots were placed in the eppendorf tubes. The specimens were prepared with XP-endo Shaper (Group 1, 30/.04), Hyflex CM (Group 2, 25/.04), ProTaper Next (Group 3, 25/.06), TF Adaptive (Group 4, 25/.06), or 2Shape (Group 5, 25/.06). In groups 1, 2, 3 and 5 an endodontic motor with rotational motion, and in Group 4. an endodontic motor with adaptive motion were used. At the end of the preparation process, the debris on the

root surface were irrigated into the eppendorf tube. Distilled water was used in all irrigation processes. After the preparation process completed, the tubes were stored in a dry incubator for 5 days to allow evaporation of all moisture before the dry debris weighed. The weight of the extruded debris was determined by subtracting the initial weight from the final weight. Groups were compared using the Kruskal-Wallis test. Debris extrusion was detected in all groups. In terms of the amount of debris extrusion, the groups were listed as 2Shape (Group 5), ProTaper Next (Group 3), XP-endo Shaper (Group 1), HyFlex CM (Group 2) and TF Adaptive (Group 4), respectively. No significant difference was found between the groups in terms of extruded debris ($p < .05$).

Keywords: Apical extrusion, curved canal, root canal treatment

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİL DİZİNİ.....	xii
TABLO DİZİNİ.....	xiii
RESİM DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Mekanik Kök Kanal Preparasyonu Amaçları.....	3
2.2. Kök Kanal Preparasyon Yöntemleri.....	4
2.2.1. El eğeleri ile preparasyon.....	4
2.2.2. NiTi döner alet sistemleri ile preparasyon.....	6
2.2.3. Hibrit teknik ile preparasyon.....	7
2.3. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Karşılaşılan Zorluklar.....	7
2.3.1. Dar ve kalsifiye kanallar.....	8
2.3.2. C şekilli kanallar.....	8
2.3.3. S şekilli kanallar.....	9
2.3.4. Eğimli kanallar.....	9
2.4. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Yapılan Yanlışlar ve İatrojenik Hasar	10
2.4.1. Apikal transformasyon, çentik (zipping) ve dirsek (elbow) oluşumu	11
2.4.2. Basamak (ledging) oluşumu	11
2.4.3. Yetersiz kanal preparasyonu (under preparation).....	11
2.4.4. Çalışma boyunun kaybı ve apikal blokaj.....	12
2.4.5. Aşırı preparasyon (over preparation).....	12
2.4.6. Perforasyonlar.....	13
2.4.7. Alet kırılmaları.....	13
2.4.8. Apikalden debris taşkınlığı ve apikal açıklığın (foramenin) tahribi.....	14
2.5. Kök Kanal Preparasyonu Sonucu Oluşan Flare-up.....	14
2.5.1. Lokal adaptasyon sendromu	15
2.5.2. Periapikal doku basıncındaki değişiklikler.....	15

2.5.3. Kimyasal medyatörlerin etkileri	16
2.5.4. Siklik nükleotidlerde değişiklikler.....	16
2.5.5. İmmünolojik fenomen.....	16
2.5.6. Çeşitli psikolojik faktörler	17
2.5.7. Mikrobiyal faktörler.....	17
2.5.7.1. Enfekte debrisin apikalden taşması	17
2.5.7.2. Endodontik mikroflorada veya çevresel koşullardaki değişikliklere yol açan eksik preparasyon	19
2.5.7.3. Sekonder intraradiküler enfeksiyonlar	19
2.6. Apikalden Taşan Debris Miktarını Etkileyen Faktörler	19
2.6.1. Apikal çap ve açıklık	19
2.6.2. Çalışma boyu	20
2.6.3. Kanal eğimi.....	20
2.6.4. Kanal aletinin şekli	21
2.6.4. İrrigasyon yöntemi.....	22
2.7. Güncel Endodontik NiTi Döner Eğe Sistemleri.....	23
2.7.1. XP-endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-De-Fonds, İsviçre).....	23
2.7.2. Hyflex CM (Coltene/Whaledent, Altstätten, İsviçre)	23
2.7.3. ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre).....	24
2.7.4. TF Adaptive (SybronEndo, Orange, CA, Amerika).....	25
2.7.5. 2Shape (Micro Mega, Besancon, Fransa).....	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM	28
3.1. Dişlerin Seçilmesi.....	28
3.2. Diş Köklerinin Standardizasyonu ve Kanalların Hazırlanması.....	29
3.2. Deney Düzeneklerinin Hazırlanması.....	29
3.3. Kök Kanal Preparasyonları.....	31
3.4. Taşan Dentin Talaşı Miktarının Değerlendirilmesi.....	36
3.6. Verilerin İstatistiksel Analizi.....	37
4. BULGULAR.....	38
5. TARTIŞMA	40
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	49
7. KAYNAKLAR	51
8. EKLER.....	62

Ek 1: Etik Kurul Onayı.....	62
Ek 2: İntihal Beyan Formu	63
Ek 3: İntihal Tespit Programı Çıktısı	64
Ek 4: Tez Yazım Değerlendirme Formu	65
9. ÖZGEÇMİŞ	66



SİMGELER VE KISALTMALAR

- AMP : Adenozin monofosfat
ark. : Arkadaşları
GMP : Guanozin monofosfat
Maks. : Maksimum
Min. : Minimum
n : Örnek sayısı
Ort. : Ortalama
p : İstatistiksel anlamlılık
SEM : Taramalı elektron mikroskobu
S.sap. : Standart sapma
SPSS : Statistical package for social science

ŞEKİL DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1: Schneider Yöntemi.....	10
2: XP-endo Shaper eğesi	23
3: Hyflex CM, SEM’de eğenin uç görüntüsü	24
4: ProTaper Next eğe sistemi	25
5: ProTaper Next eğenin uç görüntüsü	25
6: TF Adaptive eğe sistemi ve boyutları	26
7: 2Shape eğe sistemi	27
8: Schneider, Schäfer ve ark. yöntemlerine göre kanalın eğimi ve eğrilik yarıçapı ölçümü.....	28

TABLO DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
1. Taşan debrıs için gruplara göre tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçlar	38
2. Kök kanal eğimleri için gruplara göre tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları	39
3. Gruplara göre açılı ve taşan debrıs miktarı ortalamaları ile kırılan eğe sayıları	39



RESİM DİZİNİ

<u>Resim</u>	<u>Sayfa</u>
1: Çalışma uzunluğu 19 mm olan mezial kök.....	29
2: Hazırlanmış deney düzeneği	30
3: XSmart, Dentsply Maillefer marka tork kontrollü bir endodontik motor.....	31
4: XP-endo Shaper eğesi	32
5: Hyflex CM eğeleri, 25/.08, 20/.06 ve 25/.04	32
6: ProTaper Next eğeleri, X1 X2	33
7: TF Adaptive eğeleri, SM1 SM2.....	33
8: Elements Motor, SybronEndo marka, tork kontrollü adaptif hareket yapan endodontik motor	34
9: 2Shape eğeleri, TS1 ve TS2.....	34
10: Nüve FN-500 marka etüv.....	36
11: Presica marka XB 220A model analitik hassas terazi.....	36

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin esas amacı; kök kanal sisteminin enfekte veya nekrotik artıklardan ve mikroorganizmalardan temizlenmesi, kanalların anatomik formlarına uygun olarak şekillendirilmesi, kök kanalının üç boyutlu olarak mükemmel bir şekilde doldurulması, böylece kök kanal yüzeyinin yeniden enfekte olmasının önlenmesidir (1). Kök kanal sistemlerinin preparasyonu, dezenfeksiyon ile birlikte kompleks endodontik alanın genişletilmesini ve şekillendirilmesini içerir. Kök kanal tedavisinin bu kritik aşaması için çeşitli araçlar ve teknikler geliştirilmiştir. Literatürde kök kanal preparasyonu hakkında raporlar bulunmakla birlikte, farklı enstrüman ve tekniklerin kalitesi ve klinik uygunluğuna dair kesin bilimsel kanıtlar hâlâ mevcut değildir (2).

Kök kanal tedavisi sonrası olan ağrının şekillendirme teknikleri ile ilişkisi bilinmektedir (3). Ağrının nedenlerinden biri kanal şekillendirme sırasında kök ucundan taşan enfekte debris olarak tanımlanmaktadır. Apikal olarak taşan materyalin klinik olarak rahatsızlık, postoperatif inflamasyon, flare-up ve apikal iyileşme yetersizliğine neden olduğu gösterilmiştir (4). Bakteriler ve nekrotik doku dâhil olmak üzere, irrigasyon solüsyonları ve debrislerin apikal taşkınlığı postoperatif ağrıya, periapikal inflamasyonlara, postoperatif alevlenmelere yol açabilir (5). Tüm enstrümantasyon teknikleri ve enstrümanlar debris taşkınlığı ile ilişkili olsa bile, enstrümantasyon teknikleri ve eğelerin tasarımı taşkın debris miktarını etkileyebilir (6). Taşkın debris miktarı kullanılan preparasyon tekniğine, eğe sisteminin tasarım şekline ve uç çapına bağlı olarak değişebilmektedir (7). Mikroorganizmalara bağlı endodontik başarısızlık, apikal dallanma, istmuslar ve diğer morfolojik düzensizlikler gibi anatomik zorlukların yanı sıra gözden kaçan kanallar, kök perforasyonu, basamak formasyonu ve kırılmış aletler gibi işlemsel hatalardan kaynaklanabilir (8). Ayrıca başarısızlık sebepleri, intraradiküler ve ekstraradiküler enfeksiyon gibi mikrobiyal faktörleri, iç ve dış kaynaklı mikrobiyal olmayan faktörleri içermektedir (9).

Eğimli kök kanallarında preparasyon sırasında farklı zorluklar görülmektedir. Eğimli kanallarda şekillendirme diş hekimliği klinik uygulamalarında komplikasyon riski yüksek vakalar arasında değerlendirilir. Eğimli kanallarda kullanılan kök kanal aletleri veya hekimin uygulama becerisine bağlı olarak apikal transportasyon, basamak, zipping oluşumu, apikal foramenin tahribi, çalışma uzunluğu kaybı, orijinal

kanal formunun bozulması veya bu komplikasyonlardan herhangi birine bağlı olarak aşırı debris taşkınlığı görülebilmektedir (2).

Litaratürde çalışmamızda kullandığımız tüm, nikel titanyum (NiTi) döner aletlerin (XP-endo Shaper, HyFlex Controlled Memory, ProTaper Next, 2 Shape, TF Adaptive) eğimli kök kanallarında apikal olarak taşan debris miktarı üzerindeki etkisini karşılaştıran herhangi bir çalışma mevcut değildir.

Çalışmada eğimli kök kanalına sahip dişler kullanılacağı için, zorluk derecesi yüksek tedavilerde eğelerin etkinliklerinin karşılaştırılması planlanmaktadır. Çalışma sonuçları işlem sonrası ağrının oluşumuna neden olan debris taşkınlığı hakkında bilgi sağlayarak klinik uygulamalara ışık tutma önemine de sahip olacaktır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mekanik Kök Kanal Preparasyonu Amaçları

Kök kanal sisteminin mekanik enstrümantasyonu kanal irrigasyonu sırasında irrigantların ve antibakteriyel ilaçların bakterileri yok etmesine ve bakteri ürünlerine karşı daha etkili hale gelmesine yarayan gerekli alan oluşturduğundan, kök kanal preparasyonunun önemli bir aşamasıdır. Bununla birlikte, endodontik tedavinin en zor amaçlarından biri olmaya devam etmektedir. Literatürde, enstrümantasyon, preparasyon, genişletme ve şekillendirme dâhil olmak üzere tedavinin bu aşaması için çeşitli terimler kullanılmıştır.

Kök kanal preparasyonunun ana hedefleri, periradiküler hastalığın önlenmesi ve/veya hastalığın var olduğu durumlarda iyileşmenin desteklenmesidir.

Ingle (10) "standart teknik" olarak bilinen ilk resmî kök kanal hazırlama tekniğini tarif etmiştir. Bu teknikte enstrüman, çalışma boyuna kadar kullanılmış ve bu da, son aletin konikliği ve ebadı ile eşleşen bir kanal formuna oluşmasına neden olmuştur. Bu teknik, tek kon doldurma teknikleri için tasarlanmıştır.

Schilder (1) kök kanal sisteminin en iyi şekilde temizlenmesinin tüm kanal ve organik içeriğinin kanal aletleri ve irrigasyon yapılarak giderilmesini gerekliliği üzerinde durmuştur. Şekillendirmenin sadece her bir kök kanalının anatomisi ile uyumlu değil, aynı zamanda dolun teknik ve materyaline de uygun olarak yapılması gerektiğini belirtmiştir. Guta-perka doldurma teknikleri kullanıldığında, temel şeklin, orijinal kanalın şeklini takip eden belli bir açıyla konikleşen biçimde olması gerektiğini belirtilmiş; bu şekil, hem dokunun çıkarılması hem de kanalın doldurulması için uygun alanı sağlayan "akış kavramı" olarak adlandırılmıştır. Schilder (1) 1974 yılında beş *tasarım hedefini* şu şekilde açıklamıştır:

1. Apeksden giriş kavitesine kadar devamlı artan açıyla oluşturulan konik bir form oluşturulmalı,
2. Apikale gidildikçe her noktadaki kesit çapı daha dar olmalı,
3. Kök kanal preparasyonu, orijinal kanalın şekli ile uyumlu olmalı,
4. Apikal foramen orijinal pozisyonunda kalmalı,
5. Apikal açıklık, uygulama sırasında olabildiğince küçük kalmalıdır.

Schilder'in (1) tanımladığı dört *biyolojik amaç* ise:

1. Enstrümantasyonun kök kanalı içinde sınırlı kalmalı,
2. Apikal foramenin dışına nekrotik kalıntılar taşırılmamalı,
3. Kök kanal boşluğundan tüm doku artıkları uzaklaştırılmalı,
4. Kanal içine uygulanacak medikamentler için yeterli alan yaratılmalı'dır.

Hülsmann ve ark. (2) daha sonra mekanik preparasyon ile elde edilmek istenen hedefleri aşağıdaki şekilde özetlemişlerdir:

1. Kök kanal boşluğunda bulunan vital ve nekrotik dokuları uzaklaştırmak,
2. İrrigasyon ve medikamentler için yeterli alan yaratmak,
3. Apikal kanal anatomisinin bütünlüğünü ve lokalizasyonunu korumak,
4. Kök yapısı ve kanal sistemine iatrojenik hasar vermekten sakınmak,
5. Kanal doldurma işlemini kolaylık sağlamak,
6. Periradiküler dokuları irritasyon ve/veya enfeksiyondan korumak,
7. Dişin uzun dönem ağız içinde fonksiyonunu sağlayacak yeterli miktarda kök kanal dentini bırakmak'tır.

2.2. Kök Kanal Preparasyon Yöntemleri

Kök kanal preparasyonunda günümüze kadar farklı yöntemler kullanılmıştır. Bunlar el eğeleri ile preparasyon, döner sistemlerle kök kanal hazırlığı, sonik ve ultrasonikler ile preparasyon, lazer sistemlerinin kullanımı ve enstrüman kullanılmayan teknik (Non-instrumental teknik) olarak özetlenebilir (2).

Klinik uygulamalarda en yaygın kullanıma sahip ve en çok kabul gören teknikler; el eğeleri ile preparasyon, farklı NiTi döner alet sistemleri ile preparasyon ve bu iki tekniğin kombinasyonudur.

2.2.1. El eğeleri ile preparasyon

Kanal şekillendirme genellikle ISO standartlarına uygun 0.02 taper açısına sahip paslanmaz çelik aletler ile yapılmaktadır. Her 1 mm'sinde alet çapı 0,02 mm artmakta olan, 16 mm'sinde kesici bıçak bulunan el aletleridir. Eğeler türüne göre kesici ya da kesici olmayan bir uç yapısına sahip olabilmektedirler.

Şekillerindeki çok küçük değişimlerle aletin torsiyonel dayanıklılık, fleksibilite, kesme etkinliği gibi mekanik ve fiziksel etkinlikleri değişmektedir. Tellerin burulması veya aşındırılması ile elde edilirler (11). Çok çeşitli el aletleri bulunmasına karşın el eğeleri ile preparasyonda en çok kullanılanlar K tipi ve Hedström (H tipi) eğelerdir. Bu iki eğenin çalışma prensibi birbirinden farklıdır. H tipi eğeler sadece ileri geri hareketlerde kullanılabilirken, K tipi eğeler rotasyonel ve düz ileri geri hareketlerle kullanılabilirler (12).

Torsiyon ve esneklik özellikleri kanal aletlerinin eğimli kanallarda kırılmaya karşı direnç göstermelerinde önemli bir rol oynar. Aletlerin geometrileri bu özelliklerini etkilemektedir. K tipi eğelerin enine kesiti eşkenar dörtgendir. H tipi eğeler ise enine kesitte birbiri üzerine yerleşen üçgenlere benzer. H tipi eğeler K tipi eğelerden daha fazla kesme etkinliğine sahiptir. Bunun nedeni ise pozitif kesme açısıdır. Ancak kanalda yol bulucu olarak kullanılmamalıdır. Kullanıldıklarında sert kıvrım ve 60-65° kesme açısı sebebiyle kolaylıkla kırılabilirler (11). Paslanmaz çelik aletlerin en önemli dezavantajlarından biri eğimli kanallarda esnek olmadıkları için iatrojenik hasara neden olmalarıdır. Ayrıca taper açıları çok küçük olması nedeniyle kök kanalını şekillendirirken kanalda yeterli koniklik sağlayamamaktadırlar. Yeterli konikliğin sağlanmaması da irrigasyon solüsyonlarının etkinlik gösterememesine, organik ve inorganik artıkların apikale taşınmasına sebep olabilmektedir (12).

Paslanmaz çelik enstrümanların bu dezavantajları nedeniyle süperelastik yapıda olan NiTi alaşımdan yapılmış el aletleri kullanılmaya başlanmıştır. Eğimli kanallarda, kanala daha iyi bir uyum sağlamakta, alete ön eğim verilmeden daha hızlı preparasyon yapılabilen ve apikal transformasyon, basamak oluşumu ve alet kırılması gibi komplikasyonların görülme riski azalmaktadır. Bu avantajlarına rağmen NiTi eğelerin Vickers sertlik değerleri (300-350 kg/mm²) paslanmaz çelikten (530 kg/mm²) düşük olsa da, dentinin Vickers sertlik derecesine (70 kg/mm²) yaklaşmamaktadır. Ayrıca paslanmaz çelikten daha az kesme etkinliği sebebiyle eğelerin sık değişimi söz konusudur (11). Sabit devirde redüksiyonlu anguldurvyayla kullanılan bu aletlerin, kök kanallarında geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında çok daha kısa sürede ve istenmeyen deformasyonlara yol açmadan şekillendirme yapılabileceği iddia edilmiştir (13).

El eğeleri ile yapılan şekillendirme teknikleri Standardize Genişletme Yöntemi, Step-Back Tekniği, Balanced-Force (Roane) Tekniği, Step-Down Tekniği, Double Flared Tekniği ve Crown-Down Tekniği'dir.

2.2.2. NiTi döner alet sistemleri ile preparasyon

NiTi alaşımları ağırlık olarak yaklaşık % 55 nikel ve % 45 titanyum içerir. Ana özellikleri şekil hafızası ve süperelastik yapısıdır. Bükülmede elastik sınır, çelik aletlerden iki üç kat daha yüksektir. NiTi alaşımların elastik modülü paslanmaz çelikten çok daha düşüktür, bu nedenle paslanmaz çelik ile karşılaştırıldığında kök dentinine çok daha düşük kuvvet uygular. NiTi alaşımların bu benzersiz özellikleri, iki farklı kristalin formdan kaynaklanır; östenit ve martensit form. Östenitik faz, sabit sıcaklıkta gerilmeyle martensit faza dönüşür ve bu formda bükülme için hafif bir kuvvete ihtiyaç vardır. Stresin eğe üzerinden kalkmasından sonra metal östenitik faza geri döner ve ege orijinal şeklini geri kazanır. NiTi alaşımların metalik özelliklerinden dolayı, çelik aletler için norm olan % 2 taper açısından daha büyük taper açısına sahip eğeler imal etmek mümkün hale gelmiştir (14).

Zaman içerisinde farklı NiTi sistemler tasarlanıp piyasaya sürülmüştür. Kesme açısı, bıçak sayısı, uç tasarımı, koniklik ve kesit gibi tasarım özellikleri aletlerin esnekliğini, kesme etkinliğini ve torsiyonel direncini etkilemektedir.

El eğelerinin yavaş tork ile kullanıldığı motorların geliştirilmesi ile yüksek tork gücüne sahip endodontik motorlar üretilmiştir. Bu motorlara otomatik olarak durma, alet sıkıştığında ters yönde hareket (otoreverse) , ayrıca elektronik apeks bulucular eklenmiştir. Öncelikle, dentinin etkin bir şekilde kesilebilmesi için yüksek torklu motorlar tercih edilmiştir. Bununla birlikte, bu motorlarda alet kırıklarının oranının nispeten yüksek olduğu görülmüştür. Bunun üzerine her bir ege için farklı ayarlanmış tork değer sınırlarına sahip düşük torklu veya kontrollü tork motorları kullanılmıştır. Enstrümana özgü tork sınırını aşmadan, alet için önerilen tork kuvvet sınırının altında çalışılması ile alet kırılma riski azaltılmıştır (15). Uygulanan tork değerleri martensitik fazın başlayacağı değer ile enstrümanın tasarım ve taper açısına bağlı değişen martensitik fazın biteceği tork değeri arasında olmalıdır.

NiTi döner sistemlerin kullanımı sırasında iyi bir temizleme etkisi, alet kırıklarının önlenmesi, çalışma boyunun kaybının ve perforasyon oluşumunun

engellenmesi, çalışma zamanının kısaltılması için NiTi döner sistemler hakkında bilinmesi ve dikkat edilmesi gereken bazı kurallar mevcuttur (2):

- NiTi döner sistemlerin eğimli kanalların preparasyonu sırasında kullanılması önerilmektedir. Bunun nedeni eğimli kanallarda aletlerin orta hatta kalabilmesi sonucu eğimli kök kanallarını daha az düzleştirme eğiliminde olmalarıdır.
- NiTi eğelerin tek başına kullanılması, kök kanal duvarlarının yeterli temizliğini sağlamamaktadır.
- NiTi döner alet sistemlerinin kullanımı sonrası kök kanalının temizliği koronelden apikale doğru azalmaktadır.
- NiTi döner alet sistemleri ile preparasyon sırasında şelasyon ajanının pat şeklinde kullanımı yetersiz kalmakta, smear tabakasını tamamen kaldırmamaktadır.
- Kök kanal temizliği kıyaslandığında aktif kesme yüzeylerine sahip olan NiTi aletlerin kullanımı, radyal alana sahip aletlerin kullanımına kıyasla daha üstün görülmektedir.
- Üreticinin firmanın talimatlarına uygun kullanıldığında NiTi döner alet sistemlerinin kullanımı güvenlidir.
- NiTi döner alet sistemlerinin kullanımı sırasında çalışma güvenliği ile ilgili talimatları belirtilen döner sistemlerin kullanılması tercih edilmelidir.
- NiTi döner sistemlerin sabit hız, düşük tork ile tork kontrolü olan özel bir motor vasıtasıyla kullanılması tavsiye edilmektedir.

2.2.3. Hibrit teknik ile preparasyon

Yukarıda yer alan tekniklerin bir arada kullanılmasıyla geliştirilen tekniklerdir. Hekimler özel durumlarda klinik tecrübelerine göre bu teknikleri birlikte kullanır veya bir dişin farklı köklerinde farklı teknikler uygulayabilmektedirler (11).

2.3. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Karşılaşılan Zorluklar

Çeşitli anatomik ve histolojik çalışmalar, kök kanallarının sayısı, uzunluğu, eğriliği ve çapındaki geniş varyasyonlar dâhil olmak üzere kök kanal sisteminin anatomisinin karmaşıklığını göstermiştir. Apikal anatomide bulunan aksesuar kanallar ve ramifikasyonlar, kanal ile lateral kanallar aracılığıyla oluşan

periodonsiyum ve furkasyon alanı arasındaki ilişki, kökün periferinin anatomik yapısı bu karmaşık morfolojiye örnek gösterilmektedir (16). Bu karmaşık anatomi, kök kanal preparasyonundaki en büyük zorluklardan biri olarak kabul edilmektedir.

2.3.1. Dar ve kalsifiye kanallar

Kanal tedavisi sırasında kanalın her hangi bir seviyesinde veya tamamıyla kireçleşmeye rastlanabilmektedir. Fakat bu tür durumlarla histolojik kesitlerde çok nadir karşılaşılmaktadır (11).

Klinik uygulamada kök kanal tedavisinde kalsifiye kanal ağzlarının bulunması mümkün olmakla birlikte, perforasyon olasılığı yüksektir. Perforasyon tanısı kanama ile konulur. Ancak bu kanama kanaldaki canlı pulpanında işareti olabilmektedir. Perforasyon kök yüzeyine yaklaşır periodonsiyuma ulaşabileceğinden, bu tip perforasyon varlığına kısa sürede karar verilmelidir.

2.3.2. C şekilli kanallar

C şekilli kanallara çok sık rastlanmasa da tanı ve tedavide zorluklara neden olmaktadır. Diş köklerinin çok yaklaştığı, alt birinci küçük azı, alt birinci büyük azı, alt ikinci büyük azı dişlerde sıklıkla ve üst birinci azı, üst ikinci azı ve alt, üst üçüncü azı dişlerinde karşılaşırlar (17). Birkaç farklı kanal ağzına sahip olmak yerine, C şekilli kanalın kanal ağzı 180° (veya daha fazla) kavisli tek şerit şeklindedir. Alt çene azı dişlerinde mezio-lingual hat açısında başlar ve bukkal yüzeyi dolaşarak distal kısımda sonlanan bir pulpa çemberi şeklinde yer alır. Kanal girişi seviyesinin altında, kök yapısı çok çeşitli anatomik varyasyonları barındırabilir. Bunlar iki temel gruba ayrılabilir: (a) açıklıktan apekse kadar tek ve şerit benzeri, C şeklinde bir kanalı olan ve (b) C şeklindeki açıklığın altında üç veya daha fazla farklı kanalı olanlar (18).

C şekilli kanalın, özellikle pulpa odasının tabanında bulunan C şeklindeki kanal girişinin kökün ne seviyesine kadar devam edip etmediği belirsiz olduğu için, preparasyon ve kanal dolumu ile ilgili zorluklara neden olur (19).

2.3.3. S şekilli kanallar

S şekilli kök kanalları yönleri değişik olan çift kurvatüre sahiptirler. Bu tip kök kanal şekline en çok üst azı dişlerin disto-bukkal köklerinde, alt azı dişlerin mezial köklerinde olmak üzere, tüm kök kanallarının %17,5'inde rastlanmaktadır (20).

S şekilli kanalların mezio-distal yönde bulunan kıvrımlarının teşhisi radyografide yapılabilmektedir. Bukko-lingual yöndeki kıvrımlar ise ancak açılı radyografilerle ya da başlangıç eğesinin kanaldan çıkarılmasıyla aldığı eğimli şekilden anlaşılabilir. Bu tip kanallara en çok lateral kesiciler, üst kanin, üst küçük azı dişler ile alt büyük azı dişlerinde görülmektedir (11).

2.3.4. Eğimli kanallar

Kök kanal kurvatür şekillerini

1. Apikal Kıvrım,
2. Kademeli (Tedral) Kıvrım,
3. Orak Şeklinde Kıvrım,
4. Şiddetli (Severe)- Orta (moderate)- Düz (straight) Eğim,
5. Bayonet / S-Şekilli Kıvrım,
6. Dilasasyon olarak 6'ya ayırabiliriz (21).

Eğimli kök kanallarının enstrümantasyonunun sonuçları, endodontik aletlerin esnekliği ve çapı, uygulanan enstrümantasyon teknikleri, foramina açıklığının yeri ve dentin sertliği gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir (22). Bu nedenle, endodontik tedaviye başlamadan önce kök kanal eğiminin derecesinin belirlenmesi zorunludur.

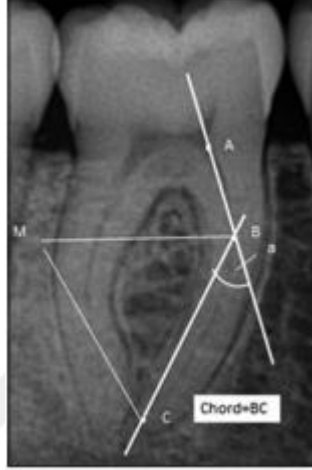
Periapikal radyografileri kullanarak kök kanal eğimlerini belirlemek için çeşitli yöntemler önerilmiştir. Bu sayede kurvatür derecesi nicel bir değere göre belirlenebilmekte ve zorluk derecesi sınıflanabilmektedir. Schneider, (23) 1971 yılında iki düz çizgi ile elde edilen açıya dayanarak kanal eğimini hesaplamak için bir yöntem önermiştir. Schneider'in yöntemine göre, kanal aleti ile bir radyografi alındıktan sonra, ilk olarak eğe üzerinde kanal ağzı seviyesinde bir orta nokta işaretlenir. Yöntem kök kanalının koronal üçlüsünden uzun kanal eksenine paralel bir çizgi çizmeyi önerir. Bu nokta A noktasıdır. İlk çizgiyi kesiştirmek için apikal foraminadan (C noktası) ikinci bir çizgi çizilir. Birinci çizginin kök kanalını terk ettiği en apikal bölgede ikinci çizgi ile kesişim sağlanır (B noktası). Schneider'in açısı, bu çizgilerin tanısal radyografik görüntü

üzerinde kesişmesiyle ölçülür. Buna göre, kök kanal eğiminin derecesi şu şekilde kategorize edilir (23):

Şiddetli(Severe) eğimli - 25°-70°

Orta(moderate) eğimli - 10°-20° ve

Düz(straight)- 5° ya da daha az.



Şekil 1: Schneider Yöntemi

Kökün eğiminin belirlenmesi, kök kanal preparasyonu sırasında eğimin korunmasına izin verecek ve endodontik enstrümanların yapısal deformasyonlarını önleyecektir. Bu nedenle, endodontik tedaviden önce kök dilasasyonlarının tanı ve tedavisi sırasında komplikasyonların önlenmesinde ve iyi bir tedavi sonucu sağlanmasında kritik öneme sahiptir (24).

Eğimli kanalların preparasyonu endodontide en büyük zorluklardan birini ortaya koymaktadır. Dilasere dişlerde, genellikle kök kanallarını teşhis ve tedavisi zordur. Kök kanalının eğiminin sürekli takip edilememesi nedeniyle, tedavi apikal blokaj, basamak oluşumu, zipping ya da transportasyona sebep olan apikal kaviteasyon, perforasyon, kanal aletinin kırılması ile sonuçlanabilir (25).

2.4. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Yapılan Yanlışlar ve İatrojenik Hasar

Weine ve ark. (26), Glickman ve Dumsha (27) geleneksel paslanmaz çelik eğelerle kök kanal preparasyonu sırasında köklere oluşabilecek potansiyel iatrojenik hasarı tarif etmişler ve birkaç farklı preparasyon hatası tanımlamışlardır.

2.4.1. Apikal transformasyon, çentik (zipping) ve dirsek (elbow) oluşumu

Kök kanalında zip oluşumunun nedeni, aletin eğimli bir kök kanalının içinde düzleşme eğiliminin sonucudur. Bu eğelerin, eğimli kanalın dış tarafı boyunca aşırı aşındırma yapması, apikal kısmın uç noktasında eğimin iç bölümünün yeterince genişletememesine neden olmaktadır. Kök kanalının ana eksenini orijinal eksenden ayırmakta ve apikal transformasyon oluşmaktadır. Bu nedenle düzleşme, transformasyon gibi terimler bu tür düzensiz kusurları tanımlamak için kullanılır. "Gözyaşı damlası" ve "Kum saati görünümü" terimleri benzer şekilde kök kanalının apikal kısmının ortaya çıkan şekli tarif etmek için kullanılır (2).

Eğimli kanallarda kök kanal preparasyonu sırasında kanal ağzından apekse kadar tamamen huni şekli oluşturulamamaktadır. Koronal bölümde iç yüzeyinde daha fazla aşındırma meydana gelmektedir. Her durumda, kanalın en dar kısmı apekte değil, kanal eğiminin orta kısmına yakın bir kum saati görünümü ile sonuçlanmaktadır. Preparasyon sırasında oluşan bu en dar alana, "dirsek oluşumu" denir. Dirsek oluşumu nedeniyle düzensiz koniklik ve yetersiz taper açısı, kök kanalının apikal kısmının temizliğini ve iyi bir kanal dolumunu tehlikeye atabilmektedir (26).

2.4.2. Basamak (ledging) oluşumu

Kök kanalında basamak oluşumu, preparasyon sırasında özellikle rotasyon hareketi yapan, esnek olmayan bir kesme özelliği olan ve uç kısmı keskin aletler kullanıldığında ortaya çıkabilmektedir. Basamak, sıklıkla kök kanalının apikal kısmının tıkanmasıyla ilişkili olduğu için kanal eğesi ile geçilmesi zor olabilen, kanal eğiminin dış tarafında bulunan bir platform şeklindedir. Basamağın oluşumu, kanalın eğim derecesi ve aletlerin tasarımı ile ilgilidir (28).

2.4.3. Yetersiz kanal preparasyonu (under preparation)

Kök kanal sisteminin yetersiz şekillendirilmesi, enfekte dentin ve mikroorganizmaların eliminasyonunu engellemektedir. Bununla birlikte irrigasyon ajanları organik doku çözme ya da bakterisidal etkinliklerini yeterince gösteremezler. Kök kanal dolumu sırasında yetersiz preparasyon nedeniyle kanal sond ve tepicileri

yerleştirilememekte ve homojen bir kök kanal dolumu gerçekleştirilememektedir. Çalışma boyunun apikal daralım alanından kısa belirlenmesine yol açabilmektedir. Basamak ve blokaj görülme ihtimali artacağından etkin bir şekillendirme ve temizleme gerçekleşmemektedir (11).

2.4.4. Çalışma boyunun kaybı ve apikal blokaj

Kök kanal sisteminin preparasyonu sırasında çeşitli nedenlerle başlangıçta belirlenen çalışma boyuna ulaşılamayabilir. Bunun nedenleri arasında kanalın tıkanması (apikal blokaj), basamak oluşumu, alet kırılması sayılabilir. Bununla beraber preparasyon sırasında lastik stoperin kaydırılması, ktu radyografik teknik, kanal aletlerinin yanlış hareket ya da teknikle kullanılması, rekapitulasyon yapılmaması, yeterli irrigasyon yapılmaması çalışma boyunun kaybına neden olabilmektedir (11).

Kök kanalın apikal blokajı, doku veya debris artıklarının sıkışması sonucu oluşmakta çalışma boyu ve kök kanal açıklığının, dolayısıyla apikal patensinin kaybına yol açmaktadır. Sonuç olarak, kök kanal sisteminin apikal bölümünün tamamen dezenfekte edilmesi imkansız hale gelmektedir (2).

2.4.5. Aşırı preparasyon (over preparation)

Bryant ve ark. (29) 'aşırı genişletme' kavramını ilk olarak, apikal foramen yer değiştirmeden, kanal eğiminin dış kısmı boyunca aşırı genişletme ve düzleştirme yapılması olarak tarif etmişlerdir. Aşırı preparasyon sonucunda madde kaybı sebebiyle kök duvarları incelemekte ve vertikal kök kırığı riski artmaktadır (20).

Enine kesit alındığında, kesit şekli 8 sayısına benzeyen köklerde, alt azı dişlerin mezial, üst azı dişlerin mezio-bukkal köklerinde ve alt keser dişlerde aşırı genişletme yapıldığında kök kanal duvarının ie bakan tarafında kök boyunca perforasyon oluşabilmektedir. Bu perforasyonlara "strip perforasyon" adı verilmektedir (11).

2.4.6. Perforasyonlar

Kök kanalı ile periyodonsiyum veya ağız boşluğu arasında bir yol oluşması endodontik tedavinin herhangi bir aşaması sırasında meydana gelebilir. Perforasyon görülme yüzdesi % 3-10 arasındadır (30). İatrojenik sebeple oluşan perforasyonların %50'si kök kanal tedavileri esnasında, kanal ağzlarını bulmaya çalışırken, kalsifiye kanallarda ilerlerken ya da kök kanalının preparasyonu sırasında oluşmaktadır. Perforasyonların yarısında post ve kor boşluğu hazırlamak gibi diğer tedaviler esnasında oluşur (31).

Perforasyonlar kök kanalı içerisindeki enfeksiyonun periodonsiyum ve periodontal kemiğe yayılımına sebep olup yangısal cevabı başlatabilmektedir. Bu cevap sebebiyle kök yüzeyinde rezorpsiyon görülebilir (20). Perforasyonların diğer bir klinik problemi, perforasyonun apikalinde yer alan orijinal kök kanalının bir kısmının, kök kanalına yeniden ulaşılamaması durumunda, hiç veya yetersiz preparasyon yapılmasıdır (2).

2.4.7. Alet kırılmaları

Alet kırılmalarının temel nedenleri deformasyon ve aşırı kuvvet uygulanmasına bağlı torsiyonel kırılma ve çok sık kullanımdan kaynaklı yorgunluğa bağlı döngüsel kırılmadır (20). İnsidansı ve başarısızlık durumunu etkileyen faktörler arasında enstrümantasyon tekniği, tork kontrollü motorun kullanımı, aletin boyutu ve yüzey durumu, dönme hızı, kanal eğiminin yarıçapı (belirli bir dereceye kadar), ve kanalın apikal kısmına kadar oluşturulan düz giriş yolu ve rehber yol (glide path) bulunmaktadır. Klinik olarak kırılma meydana gelirse, hasta olaya dair bilgilendirilmeli ve parçanın çıkarılıp çıkarılmayacağına dikkat edilmelidir (32).

Günümüzde endodontik enstrümanların büyük çoğunluğu ya paslanmaz çelik ya da NiTi alaşımlarından yapılmıştır. Paslanmaz çelik eğeler veya reamerlar tipik olarak elle kullanılır; kırık genellikle aşırı kullanımın sonucudur ve önceden var olan distorsiyonla ilişkilidir. Bir kanal aleti, nihai mukavemeti aşırsa kırılır (27). NiTi döner aletler eğimli bir kök kanalında kullanıldığında rotasyon sırasında eğilmelere etkili bir şekilde maruz kalır; yorulma direnci aşıldığında malzemede döngüsel kırılma oluşacaktır (33).

Kırık alet olgularında başarı oranı % 86 (kanal tedavisi öncesi radyografide periapikal lezyonu olan dişler için) ve % 98'e varan (önceden var olan lezyonu olmayan dişlerde) başarı oranı bildirilmiş ve NiTi ve paslanmaz çelik eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (34). Genel olarak prognoz, kök kanal sisteminin temizliği ve asepsisi ile kırık bir fragmanın varlığından daha fazla ilgilidir (35).

Kırık aletin kendi başına tedavi başarısızlığına neden olmamasına rağmen, kök kanalında kırılan alet ideal preparasyon ve dezenfeksiyonu engelleyerek tedaviyi olumsuz etkileyebilir (35).

2.4.8. Apikalden debris taşkınlığı ve apikal açıklığın (foramenin) tahribi

Apikal foramenin yer değiştirmesi ve genişletilmesi, çalışma uzunluğunun yanlış belirlenmesi, eğimli kök kanallarının düzleştirilmesi, aşırı genişletme (over-extension) ve aşırı preparasyon (over-preparation) nedeniyle oluşabilir. Sonuç olarak, taşan irrigasyon ajanları, debris artıkları veya dolgu materyalleri ile periradiküler dokuların irritasyonu, apikal stop kaybı nedeniyle ortaya çıkabilir.

Apikal foramen yoluyla apikalden taşan debris miktarının ölçümleri, çoğunlukla çekilmiş dişlerin preparasyonu sırasında bu materyalin toplanması ve tartılması ile gerçekleştirilmiştir (36,37).

Bu çalışmalardan, herhangi bir debris taşkınlığı olmaksızın kemomekanik olarak bir kök kanal sisteminin preparasyonunun mümkün olmadığı sonucuna varılabilir (38).

Apikalden taşan materyalin hangi dereceye kadar enfekte olduğu ve periapikal dokular tarafından hangi miktarın tolere edildiği bilinmemektedir. Bu tür verilerin klinik ile uyumu sorgulanmalıdır. Küçük miktarlarda debrisin fagositozu bildirilmiştir (39). Bununla birlikte, apikalden taşmış olan materyal postoperatif alevlenmelerden ve bakteriyemiden sorumludur (4,40,41).

2.5. Kök Kanal Preparasyonu Sonucu Oluşan Flare-up

Flare-up, kök kanal tedavisinin başlatılmasından veya devamından sonra asemptomatik olan pulpal ve/veya periradiküler hastalığın akut bir şekilde alevlenmesi olarak tanımlanabilir (42). Kök kanal tedavisi sırasında seanslar arasında

oluşan flare-up, acil tedavi gerektirecek kadar şiddetli, tedaviden birkaç saat veya gün sonra başlayan ağrı, şişlik veya her ikisinin de gelişmesiyle karakterize edilen planlanmamış bir seansa neden olan, gerçek bir komplikasyondur (43).

Randevular arasında flare-up oluşumunun nedenleri, pulpa ve periapikal dokulara mekanik, kimyasal ve/veya mikrobiyal hasar nedeniyle olabilmektedir (4). Kök ucundan taşan dentin talaşları periapikal dokunun inflamasyonu ve postoperatif ağrıyla ilgili olabilmektedir (44).

Her ne kadar bu tür alevlenmelerin sebepleri her zaman bilinmese de, literatürde bazı hipotezler sunulmaktadır. Bunlar arasında: lokal adaptasyon sendromu, periapikal doku basıncında değişiklikler, kimyasal medyatörlerin etkileri, siklik nükleotidlerde değişiklikler, immünojenik fenomen, çeşitli psikolojik faktörler ve mikrobiyal faktörler yer almaktadır (4).

2.5.1. Lokal adaptasyon sendromu

Asemptomatik apikal periodontitis olgusunda, infeksiyöz mikroflora, periodontal dokular ile insan immün sisteminin savunma mekanizmaları arasında bir denge vardır. Kronik pulpistide de benzer bir durum olabilmektedir. Enflamatuar lezyon belirgin bir semptom olmadan kronik inflamasyon şeklinde var olabilmektedir. Bununla birlikte, endodontik tedavi uygulandığında, granümatöz lezyon içine ilaç, irrigasyon çözeltileri veya kimyasal olarak değiştirilmiş doku proteinleri formunda yeni irritanlar girebilmektedir. Lokal adaptasyon sendromunda bir değişiklik olduğunu gösteren likefaksiyon nekrozuna yol açan şiddetli bir reaksiyon izlenebilmektedir. Pü oluşumu ile basınç altında, şiddetli ağrı veya şişlik görülmektedir (4).

2.5.2. Periapikal doku basıncındaki değişiklikler

Kemik iliği basıncının araştırılması, çeşitli patolojik durumların genellikle çok çeşitli basınç artışlarına sebep olduğunu göstermiştir (45). Mohorn ve ark. (46) endodontik tedavinin de periapikal doku basıncında bir değişikliğe neden olabileceğini göstermişlerdir.

2.5.3. Kimyasal medyatörlerin etkileri

Enflamasyon sürecinde hücre veya plazmadan çeşitli kimyasallar salgılanmaktadır. Hücre mediyatörleri histamin, serotonin (5-hydroxytryptamine), prostaglandinler, trombosit active edici faktör, lökotrienler, çeşitli lizozomal komponentler ve lenfokinler denilen bazı lenfosit ürünlerinin, hepsi ağrıya neden olabilir (4).

2.5.4. Siklik nükleotidlerde değişiklikler

Siklik AMP, birçok hormon için hücrenin iç kısmına bilgi ileten ikinci bir elçidir. Siklik AMP'nin normal pulpalarda (47) ve iltihaplı pulpalarda (48) mevcut olduğu gösterilmiştir. İkinci siklik nükleotid, siklik GMP, tüm yaşayan sistemlerde mevcuttur. Ağrı iletimi de dâhil olmak üzere hücrenel düzenlemeler, siklik AMP ve siklik GMP'nin etkileşmesinden etkilenebilir. Siklik AMP'nin tersine olan etkiler, siklik GMP ile indüklenir (49). Siklik GMP'nin ağrılı pulpistide siklik AMP'den daha fazla artmış olduğu bildirilmiştir.(4).

2.5.5. İmmünolojik fenomen

Koruyucu etkilerine rağmen, immünolojik mekanizmalar inflamasyonun yıkıcı safhasına katkıda bulunabilmektedir. Çeşitli bakteriyel antijenler, immünolojik tepkiyi uyarmaktadır. Buna ek olarak, tüm araştırmacılar (50) aynı fikirde olmasa da, medikamentlere bağlı dokudan antijenler, antijen-antikor kompleksleri ve kök kanal dolgu materyallerinin immünolojik reaksiyonları başlatabildiği bildirilmiştir (51). Periapikal lezyonlarda plazma hücrelerinin ürettiği en güçlü immünoglobulin IgG (yaklaşık% 70 ila 74) olarak bulundu. IgA, IgE ve IgM, sırasıyla yaklaşık % 14 ila 20,% 4 ila 10 ve % 2 ila 4 arasında mevcuttur (50).

Pulpa veya periapikal lezyondaki dominant immünoglobulin IgG ise, immün komplekslerin lokal formasyonuna bağlı olarak komplemant aktivasyonundan sonra Arthus tipi bir reaksiyon olasılığı vardır. Diğer yandan, dominant immünoglobulin IgA ise, kompleman bağlama aktivitesi düşüktür. Pulpa veya periapikal harabiyet, IgG'nin IgA üzerindeki üretimindeki bir değişimin sonucu olabilir ve bu da inflamatuvar sürecin devam etmesine ve şiddetlenmesine neden olur (52). Kronik inflamatuvar hücrelerin

lizozomlarında bulunan proteolitik ve diğer enzimler aktif hale gelir. Bağ dokusundaki kolajen liflerin sayısı azalır ve hücreler arası madde polimerize olur. Bozulmuş materyal fibroblastlar ve makrofajlar tarafından fagosite edilir. Makrofaj çoğalması, içerdikleri materyalin toksisitesi ile doğru orantılıdır (53).

2.5.6. Çeşitli psikolojik faktörler

Diş hekimi korkusu ve dişhekimliği prosedürleri, kaygı, endişe ve diğer birçok psikolojik faktör hastanın ağrı algısını ve tepki eşiklerini etkiler (54).

2.5.7. Mikrobiyal faktörler

Kök kanal sistemindeki mikroorganizmalar asemptomatik apikal periodontitisin patogenezinde rol oynamakta ve virülan faktörler ile birlikte periradiküler dokulara girebilecek alanlarda yer almaktadırlar. Kök kanalının apikal bölgesinde çeşitli türlerde mikroorganizmalar çoğalmaktadır. Apikal kök kanalının 5 mm'lik kısmında baskın olan anaerobik mikroorganizmalarla mikrobiyal yoğunluk artmakta, mikroorganizma sayısı 10⁶'ya kadar çıkabilmektedir (55). Endodontik tedavi sırasında mikroorganizmaların kombine ağrıya neden olmasını kolaylaştıracak bazı durumlar vardır. Bunlar aşağıdakileri içerir:

Enfekte debrisin apikalden taşması;

Endodontik mikroflorada veya çevresel koşullardaki değişikliklere yol açan eksik preparasyon;

Sekonder intraradiküler enfeksiyonlar (43).

2.5.7.1. Enfekte debrisin apikalden taşması

Postoperatif ağrının birinci sıradaki nedeni enfekte debrisin periapikal dokulara taşmasıdır (4). Enfekte olmuş dişler ile ilişkili asemptomatik periradiküler lezyonlarda, enfeksiyöz endodontik mikrofloranın saldırısı ile periradiküler dokulardaki konakçı savunması arasında bir denge vardır (56). Apikal foramenlerden periradiküler dokulara enfekte olmuş debrisin taşmasından sonra kök kanalının kemomekanik preparasyonu sırasında, mikroorganizmalar ve apikal periodontal dokularda bulunan iritanların neden olduğu insan bağışıklık sistemi arasındaki

dengelesizlik nedeniyle inflamasyon artmaktadır. Böylece damarlar genişlemekte, geçirgenlikleri artmakta ve inflamasyon hücresi kemotaksisi başlamaktadır (43). Bununla birlikte, eksik kemomekanik preparasyon, bazı inhibe edici bakteri türlerinin elimine edilmesi ve daha önce inhibe edilen diğer türlerin geride bırakılmasıyla mikrobiyal topluluk içindeki denge bozulabilmektedir (57).

Bazı akutlaşmalar önemli derecede enfekte dentinin apikalden taşmasıyla kombine aşırı preparasyonun periradiküler dokularda yaptığı mekanik yaralanma sonucu oluşmaktadır (43). İatrojenik aşırı preparasyon apikal foremenin genişliğini artırmakta, bu durum eksuda ve kanın kök kanalı içerisine girişine neden olmaktadır (58). Böylece kök kanalı içerisinde kalan bakterilerin besin gereksinimini karşılamakta ve çoğalıp, kronik periradiküler lezyonun akutlaşmasına neden olmaktadır.

Kök kanal sisteminde virülan klonal patojenik bakteri türleri mevcutsa ve enstrümantasyon sırasında periradiküler dokulara taşırılsa, az miktarda enfekte olmuş debris bile periradiküler iltihaplanmaya neden olan veya şiddetlendiren potansiyele sahip olacaktır (56).

Periradiküler lezyonları olan retreatment olgularında postoperatif ağrının görülme sıklığının anlamlı derecede yüksek olduğu gösterilmiştir (59, 60). Kanal dolgu maddesinin ve diğer aletlerin çıkarılması sırasında, kalıntıların ve enfekte olmuş debrisin eğeler ile periradiküler dokulara zorlanmasıyla, enflamasyonun şiddetlenmesi ve ağrıya neden olma olasılığı artmaktadır (60).

Tüm enstrümantasyon teknikleri, bir miktar debrisin apikalden taşmasına neden olmaktadır (61, 62). Ancak preparasyon tekniklerinin birbirinden, taşan debris miktarına göre ayrılmaları kritik öneme sahiptir. Taşan debris miktarındaki bu farklılıklar, postoperatif ağrının gelişimi için hayati önem taşır, çünkü daha fazla debrisin flare-up riskini artırdığı iddia edilmektedir (56).

Çalışmalar, apikal foramen yoluyla en az miktarda debris taşkınlığının endomotorla çalışan NiTi sistemleriyle crown down tekniği kullanılarak elde edildiğini göstermektedir (63, 64). Bu nedenle çalışmamızda farklı beş adet NiTi döner alet sisteminin anatomik zorluğu nedeniyle eğri kanallardaki apikalden taşan debris miktarları karşılaştırılacaktır.

2.5.7.2. Endodontik mikroflorada veya çevresel koşullardaki değişikliklere yol açan eksik preparasyon

Kök kanalı yeterince kemomekanik olarak prepare edilmediği ve seans arasında kanal içi medikamentler kullanılmadığı takdirde, kök kanalındaki mikroorganizmaların sinerjik etkileşimi ile patojenik suşların virülans genleri aktive edilmekte ve artan enflamatuvar yanıtlara neden olmaktadır (56,65).

2.5.7.3. Sekonder intraradiküler enfeksiyonlar

Sekonder intraradiküler enfeksiyonlara primer enfeksiyonda bulunmayan mikroorganizmalar neden olur ve bu mikroorganizmalar, tedavi sırasında, randevular arasında veya endodontik tedavinin tamamlanmasından sonra bile kök kanal sistemine girebilmektedirler (66). Randevular arasında mikroorganizmalar, hermetik olmayan geçici dolgu veya kök kanal dolgusunun dışarı taşması halinde kök kanalına girebilmektedir (67). Endodontik tedaviden sonra enfeksiyon, iki haftadan daha uzun süreli geçici koronal dolgudan veya hermetik olmayan ve kırık olan koronal restorasyondan geçerek kanal içerisine yerleşebilmektedir (68).

2.6. Apikalden Taşan Debris Miktarını Etkileyen Faktörler

2.6.1. Apikal çap ve açıklık

Apikalden taşan debris miktarının değerlendirildiği çalışmaların çoğunda, apikal çapın standardizasyonu için kök kanalı içerisine yerleştirilen belirli boyuttaki bir eğenin apikalden taşma miktarına bakılmaktadır. Bu, genellikle apikal foramenlerin açık olduğunu görmeye yarar ve apikal bölgenin çapının boyutu açısından, örnekler arasında tutarlılık sağlamaktadır. Ancak bu yöntem subjektif bir standardizasyon yöntemidir (69). Bazı çalışmalar daha ayrıntılı bir analiz yapmayı tercih etmiş ve stereomikroskopta apikal bölgeleri (major ve minor foramina) incelemişlerdir (61,70).

Apikal çap ve açıklık ile apikalden taşan debris miktarı arasında ilişkiyi inceleyen birçok araştırma yapılmış, ancak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (62,71).

Lambrianidis ve ark. (72), yaptıkları çalışmada apikal daralmanın sağlam kaldığı durumlarda daha fazla miktarda debris taşkınlığı meydana geldiğini görmüşlerdir. Apikalden taşan bakteri miktarının incelendiği diğer bir çalışmada, kök kanal preparasyonu sonrası apikalden taşan bakteri miktarı ile apikal genişlik miktarının anlamlı olmadığı görülmüştür (73). Tınaz ve ark. (74), 2005 tarihinde diğer yandan, çelişkili bir sonuç saptamış ve daha fazla miktarda taşkın debrisin apikal açıklığın çapında bir artışla oluştuğu sonucuna varmışlardır.

2.6.2. Çalışma boyu

Kök kanal tedavisinin biyomekanik preparasyon işleminden önce yapılması gereken en önemli basamaklarından biri çalışma boyunun doğru bir şekilde belirlenmesidir. Çalışma boyu olması gereken kök kanal uzunluğundan kısa belirlendiğinde, yeterli kanal içi preparasyon ve dezenfeksiyon sağlanamaz ve tedavi başarısızlık ile sonuçlanabilir. Bunun aksine kök kanal uzunluğundan daha fazla belirlenen kanal boyu, taşkın preparasyon nedeniyle kanal içerisindeki enfekte doku artıklarının periapikal bölgeye taşması ile postoperatif ağrı ve şişlikle sonuçlanabilmektedir (75).

Apikal bölgeden taşan debris miktarı ile çalışma boyu ilişkisinin değerlendirildiği bazı çalışmalarda, çalışma boyu apikal bölgede sona eren grup ve apikalden 1 mm daha kısa olan grup karşılaştırılmıştır. Daha fazla debris taşkınlığı tam apikal açılımda çalışılan dişlerde daha fazla görülmüştür (76, 70, 77). Ancak çalışma boyu ve apikal preparasyon çapının apikalden taşan bakteri miktarına etkisinin incelendiği bir çalışmada çalışma boyunun apikalden 1 mm kısa olduğu dişler ile apikal foramende olduğu dişler arasında anlamlı bir fark görülmemiştir (73). Aynı sonuç çalışma boyu ve apikal preparasyon çapının apikalden taşan debris miktarı ile ilişkisinin incelendiği diğer yakın tarihteki çalışmada rapor edilmiştir (78).

2.6.3. Kanal eğimi

Apikalden debris taşkınlığı ile ilgili çalışmaların çoğunda, 5–10°'lik eğrilikteki düz kök kanalları olan tek köklü dişler kullanmıştır. Bunun aksine hekim klinik pratiğinde önemli ölçüde eğimli kök kanallarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Leonardi ve ark. (79) yaptığı çalışmada, el ve mekanik preparasyonu karşılaştırdığı

hafif (15-22°) ve orta (23-30°) eğimli kanallar arasında, taşkın debris miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmamışlardır. Ancak daha yüksek eğimli kök kanalları ile düz kanalların apikalden taşınan debris miktarını karşılaştıran çalışmalar literatürde yeterli sayıda bulunmamaktadır.

Çapar ve ark. (80) farklı NiTi sistemlerin kök kanal eğimleri 10°'den az olan alt çene küçük azı dişlerde apikalden taşınan debris miktarını kıyaslamışlardır. Hyflex CM (Coltene/ Whaledent, Altstätten, İsviçre) sisteminin ProTaper Next (Dentsply Mallefer, Ballaigues, İsviçre) sistemine kıyasla daha fazla apikal debris taşkınlığını, eğinin preparasyon sırasında bıçak uzunluğunun artmasına bağlamışlardır. Buna zıt olarak Koçak ve ark. (37) yaptıkları çalışmada 20° ve daha yüksek kök eğimine sahip alt azı dişlerin mezio-bukkal ve mezio-lingual kanallarını kullanmış ve HyFlex CM sisteminin, mevcut çalışmada ProTaper Next sistemine kıyasla eğimli kanallarda önemli ölçüde daha az debris taşkınlığına sebep olduğu bulmuşlardır. Bu sonuç, CM sisteminin eğimli kanallarda gösterdiği fiziksel özellikleriyle ilişkilendirilmiştir (37).

2.6.4. Kanal aletinin şekli

Kök kanal tedavisi sırasında uygulanan tüm preparasyon yöntemlerinde apikalden bir miktar debris taşmaktadır (38). Bununla birlikte taşınan debris miktarını en çok etkileyen faktörlerden biri preparasyon sırasında kullanılan aletlerin yapı ve şekil özellikleridir. Yapılan bir çalışmada kullanılan aletler bıçak uzunluğuna göre kısa, orta, uzun bıçaklı olarak üçe ayrılmıştır (81). Kısa bıçak yapısına sahip aletlerin apikalden daha az miktarda debris taşkınlığına sebep olduğu görülmüştür. Araştırmacılara göre aletin sahip olduğu çok sayıda yiv ve oluk daha fazla miktarda debrisin bu oluklar ile koronal bölgeye taşınmasını sağlamış bu nedenle apikalden daha az debris taşkınlığı meydana gelmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada, WaveOne (Dentsply Mallefer, Ballaigues, İsviçre) sisteminin Reciproc (VDW, Münih, Almanya), HyFlex CM sistemlerinden farklı olarak, radyal alanlara sahip olduğu ve bu özelliğin, koronale debris taşıma kapasitesini azaltarak apikal debris taşkınlığının artırabileceğini bildirilmiştir (82). Reciproc sisteminin kesme etkinliği yüksek olduğu için, preparasyon sırasında daha fazla debris açığa çıkardığı ve bu nedenle daha fazla debris taşıdığı düşünülmektedir. Ayrıca Hyflex CM sistemindeki eğelerin kullanımı ile yivlerinin açıldığı bunda aletin apikale taşıyacağı debris miktarını azalttığı bildirilmiştir.

Çapar ve ark. (80) bunun aksine Hyflex CM sisteminin ProTaper Next sistemine kıyasla daha fazla apikal debris taşkınlığına sebep olduğu sonucuna varmışlardır. Bu sonucu yivlerin açılması sebebiyle bıçak uzunluklarının artmasına bağlamışlardır.

2.6.4. İrrigasyon yöntemi

Kök kanal tedavisi yapılırken biyomekanik şekillendirme sırasında irrigasyon iğnesinin kanal içindeki derinliği, periapikal dokulara irrigasyon solüsyonlarının taşmasını etkilemektedir. Taşan irrigasyon solüsyonu debris miktarı gibi postoperatif ağrıya sebep olabilmektedir. Ayrıca irrigasyon iğnesinin kök kanalı içerisindeki konumu taşan debris miktarını da etkilemektedir. İrrigasyon yaparken iğnenin kanal içerisinde daha derinde konumlandırılarak yıkama işleminin yapılması, apikalden çevre dokulara daha fazla debris taşmasına neden olmaktadır. Giriş kavitesinde bir rezervuar oluşturularak irrigasyon iğnesi kanal içerisinde pasif bir şekilde konumlandırılırsa, yapılan irrigasyon işleminde apikalden çıkan debris miktarının önemli derecede azaldığı öne sürülmektedir (83). Yapılan bir çalışmada 28 ve 30 gauge'luk irrigasyon iğneleri kullanılmış ve irrigasyon yaparken çalışma boyunun 1 mm ve 3 mm gerisine konumlandırılarak taşan debris miktarı karşılaştırılmıştır. İrrigasyon iğnesinin daha derine konumlandırıldığı gruplarda daha fazla debris taşıdığı görülmüştür. Bununla birlikte iğne kalınlığı arttıkça (28 gauge) taşan debris miktarının arttığı görülmüştür (84).

Uygulanan irrigasyon sisteminin ve enjektör tipinin apikalden taşan debris miktarına etkilerinin incelendiği birçok çalışma mevcuttur. İrrigasyon yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada EndoVac (Discus Dental, Smart Endodontics, Culver City, CA, Amerika) irrigasyon sistemini, ultrasonik irrigasyon ve standart enjektör iğne yöntemiyle kıyaslanmıştır. EndoVac'ın diğer yöntemlere kıyasla anlamlı derecede az apikal debris taşkınlığına sebep olduğu bildirilmiştir (85). Bir diğer çalışmada aktif olmayan Self-adjusting file sistemi (ReDent Nova, Ra'anana, İsrail), Vibringe (Cavex Holland BV, Haarlem, Hollanda), EndoVac, pasif ultrasonik irrigasyon ve standart iğne irrigasyonunun apikal debris taşkınlığına olan etkisi değerlendirilmiştir (86). Tüm irrigasyon yöntemlerinin, debrisin apikalden taşması ile ilişkili olduğu ancak aktifleştirilmemiş Self-adjusting file sisteminin, Vibringe, EndoVac, pasif ultrasonik ve standart enjektör yöntemleri ile irrigasyona kıyasla önemli ölçüde daha az debris taşkınlığına sebep olduğu bildirilmiştir.

2.7. Güncel Endodontik NiTi Döner Eğe Sistemleri

2.7.1. XP-endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-De-Fonds, İsviçre)

XP-endo Shaper özel Max wire teknolojisi ile iki yeni özelliği ortaya çıkarmaktadır; bunlar süper esneklik ve şekil belleğidir. XP-endo Shaper eğe sisteminde 6 kenarlı kesici özelliğe sahip tek bir eğe ile ISO27 çaptan, ISO30'luk bir çapa ulaşılabilir. Üretici eğenin 35°C'ye maruz kaldığında çapının ISO30, taper'ın ise 0.4 konik bir boyuta eriştiğini bildirmektedir. Isıl işlem görmüş Max wire alaşımı kök kanalı içerisinde vücut ısısına (35°C) ulaştığında önceden belirlenmiş kıvrımlı bir şekil almaktadır (87). Üretici, eğenin önceden belirlenmiş bu yılan şekli ve esnekliğinin vücut sıcaklığında, geleneksel NiTi eğe sistemlerinin erişemediği ulaşılması zor alanlarda, etkili bir preparasyon sağladığını iddia etmektedir.



Şekil 2: XP-endo Shaper eğesi

Azim ve ark. (88) bu iddia ile uyumlu olarak, XP-endo Shaper eğesinin kanal yüzeyini geleneksel bir NiTi döner sisteme (Vortex Blue; Dentsply Tulsa Dental Specialities, Tulsa, OK, Amerika) göre preparasyonda daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, kök kanalının son genişliğinin, XP-endo Shaper eğesi kullanıldığında tedavi edilen dişin anatomisi ile belirlendiği sonucuna varmışlardır.

2.7.2. Hyflex CM (Coltene/Whaledent, Altstätten, İsviçre)

Malzemelerin belleğini kontrol eden benzeri olmayan bir ısıl işlemle üretilmiş bir NiTi döner sistemdir (89). İlk eğe olan 19 mm boyunda .08 koniklik ve 25 boyutunda, koronal 2/3'ü şekillendirmek için üretilmiştir. Ayrıca 25mm boyunda 20/.04, 25/.04, 20/.06, 30/.04, 40/.04 boyutlarında asorti paket eğeleri mevcuttur.



Şekil 3: Hyflex CM, SEM’de eğenin uç görüntüsü(90).

Kontrol edilebilir hafıza (CM, Controlled Memory) özelliğinde, NiTi telleri ısıyla işleminden geçirilmiş, östenit/martensit geçiş sıcaklığı yaklaşık 50°’dir, böylece ağız sıcaklığında stabil bir martensitik mikroyapı oluşur (91). Mevcut NiTi sistemlerinin birçoğu % 54.2-56.2 oranında Wt Ni içerirken, CM tel % 52.1 Wt Ni içerir (92). Bu nedenle CM denilen termomekanik yüzey işlemi ile ısıl işlem görmemiş M-Wire teknolojisi karşılaştırıldığında, yorulma direnci %150 ve %390 oranında artmaktadır (93). HyFlex CM kanal eğeleri geleneksel NiTi aletleri ile karşılaştırıldığında daha fazla esnekliğe sahiptirler (94).

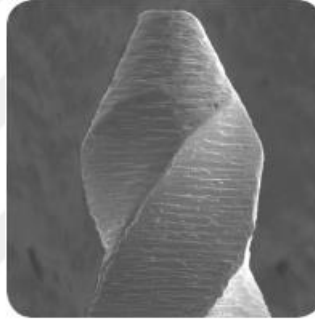
2.7.3. ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)

Merkezden uzak enine kesiti dikdörtgen olan beşinci nesil NiTi sistemidir. ProTaper Next sistemi NiTi alaşımı ve ısıl işlem sürecinden geçmiş M-wire teknolojisine sahip, aktif bölgesi boyunca rotasyon hareketi sırasında kütle dengesini koruyan, güç ve esnekliğini arttırılan bir sistemdir (95). Sistemdeki eğe boyları 21 mm, 25 mm ve 31 mm olarak; üç ayrı uzunlukta üretilmektedir. İlk eğe olan X1 uç boyutu 0.17, ikinci eğe X2’nin 0.25, X3’ün 0.30, X4’ün 0.40, X5’in ise 0.50’dir. Eğelerin farklı uzunluklardaki kesitlerinde koniklik dereceleri değişmektedir. X1 eğesi .04 koniklik açısıyla, X2 ise .06 koniklik açısıyla sona ermektedir. X3 eğesi .075, X4 eğesi .065, X5 eğesi .06 koniklik açılarıyla sona eren uç dizaynına sahiptir. ProTaper Next rectangular uç yapısına sahiptir.



Şekil 4: ProTaper Next eğe sistemi

ProTaper Next'in tasarımı, apikal debris taşkınlığının kontrolünü artırarak (95), eğe ve dentin duvarı arasındaki temas alanını en aza indirerek (96), vida etkisini azaltmayı amaçlayan asimetrik bir dönme hareketi ile sonuçlanır. Çeşitli çalışmalar geleneksel NiTi alaşıma kıyasla döngüsel yorgunluk direncinin ve esnekliğinin daha iyi olduğunu ve kesme etkinliğinin devam ettiğini göstermiştir (97).



Şekil 5: ProTaper Next eğenin uç görüntüsü (90).







2.7.4. TF Adaptive (SybronEndo, Orange, CA, Amerika)

Rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin kombinasyonunu kullanan eğe sistemidir. Üretici firma R-fazda kullanılan adaptif teknoloji ve üçgen şekilli burgulu eğe tasarımını debrisin kök kanallarından uzaklaştırılmasını ve esnekliği arttırdığını belirtmiştir. Aynı zamanda eğenin kanal içerisinde bükülme kuvvetlerine göre şekil almasını sağlamaktadır (99).

TF Adaptive sisteminin 3 farklı dizayn özelliği bulunmaktadır. Bunlar R-faz ışııl işlem, eğenin metalin bükülmesiyle üretilmesi ve özel yüzey koşullarıdır (100). Bu özelliklerin şiddetli eğimli kök kanallarında bile transportasyonu en aza indirdiği (99); mukavemet, esneklik ve yorgunluğa karşı direnci artırdığı (101) iddia edilmektedir.

Eğeler, adaptif resiprokal hareket sistemi olan, ege üzerine kuvvet uygulanmadığı zaman 600⁰ saat yönünde dönüp durma; ege üzerine yük uygulandığında (otomatik olarak) 370⁰ saat yönünde, 50⁰ saat yönünün tersinde dönme hareketine uygun olarak tasarlanmıştır. Üretici firma bu hareketle apikale debris taşkınlığını minimuma indirdiğini iddia etmektedir.

Sistemde bir trafik sinyaline benzer şekilde renk kodlu 3 ege mevcuttur. TF Adaptive ege sisteminde 23mm ve 27mm ege uzunluğu seçenekleri mevcuttur. SM1 ilk ege ve boyutu 20/.04, SM2 boyutu 25/.06, SM3 boyutu ise 35/.04'tür. Daha geniş kanallarda kullanılmak üzere üretilen ML1 boyutu 25/.08, ML2 boyutu 35/.06 ve ML3 boyutu 50/.04 egeleleri de mevcuttur (102).

SMALL (SM)	SM1: #20/ .04 	SM2: #25/ .06 	SM3: #35/ .04 
MEDIUM/ LARGE (ML)	ML1: #25/ .08 	ML2: #35/ .06 	ML3: #50/ .04 

Şekil 6: TF Adaptive ege sistemi ve boyutları

2.7.5. 2Shape (Micro Mega, Besancon, Fransa)

2Shape sistemi sürekli rotasyon hareketinde kullanılan yeni nesil NiTi ege sistemleridir. TS, üreticiye göre, egelelerin hem esnekliğini hem de döngüsel yorulma direncini geliştirmeyi amaçlayan T-wire olarak isimlendirilen ısı işlem teknolojisi ile üretilen yeni nesil bir ege sistemidir (103).

Kanal egesi 2 aktif kesici kenar ve 1 aktif olmayan kesici kenardan oluşan asimetrik bir dizayna sahiptir. T wire teknolojisi sayesinde ısı ile kırılma direnci %40 artmaktadır, ayrıca bu sayede fleksibilitesi eğimli kanallara uyum sağlayabilecek kadar geliştirilmiştir (104).



Şekil 7: 2Shape eğe sistemi

2Shape eğe sisteminde 21mm, 25mm, 31mm uzunluğunda eğe seçenekleri mevcuttur. 25/.04 boyutunda TS1 eğesi ve 25/.06 TS2 eğesi, ayrıca apikal genişletme için 35/.06 F35 eğesi ve 40/.04 F40 eğesi bulunmaktadır.

Çalışmada eğimli kök kanalına sahip dişlerde XP-endo Shaper, HyFlex CM, ProTaper Next, 2Shape, TF Adaptive eğe sistemleri ile yapılan preparasyon sırasında apikal olarak taşan debris miktarı değerlendirilecektir. Çalışma sonuçları işlem sonrası ağrının oluşumuna neden olan debris taşkınlığı hakkında bilgi sağlayarak klinik uygulamalara ışık tutma önemine de sahip olacaktır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Dişlerin Seçilmesi

Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 09/08/2017 tarihli toplantısında 2017-76-09/08 protokol numarası ile tez çalışmamıza etik kurul onayı alınmıştır (Ek 1). Çalışmamızda periodontal nedenlerle çekilmiş, çürüksüz 120 adet 20-40° eğimli alt çene birinci büyük azı insan dişine ait mezio-bukkal kanal kullanılmıştır. Toplam 730 adet diş çalışma kriterlerine uygun olanların seçilmesi için kontrol edilmiştir. Kök açıları 20°'den az ve 40°'den yüksek olan dişler, kök ucu gelişimini tamamlamamış, çürüklü, kron veya kök kırığı bulunan, kök kanalları kalsifiye veya önceden kök kanal tedavisi uygulanmış olan dişler çalışmaya dâhil edilmemiştir. Dişlerin üzerindeki sert ve yumuşak doku artıklarını temizlemek için kretuar (No:2 Hu-Friedy Mfg. Co. Inc., Leimen, Almanya) kullanılmış, dişler çalışmaya kadar oda sıcaklığında, distile suda bekletilmiştir. Dişlerin mezio-bukkal kanallarını tespit etmek için mezio-distal ve bukko-lingual yönden filmler alınmıştır.

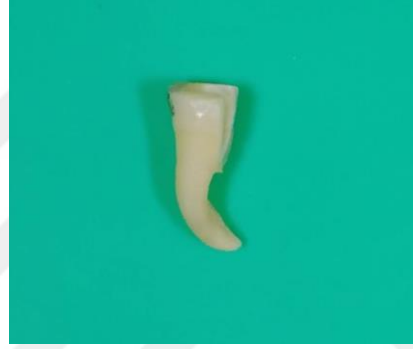
Giriş kaviteleri açıldıktan sonra ISO 10 numaralı K tipi eğenin ucu (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) apikal açıklıkta görününceye kadar eğe mezio-bukkal kanal içinde ilerletilmiştir. Bu boydan 1 mm çıkarılarak çalışma boyu tespit edilmiştir. Tüm örneklerle ait mezio-bukkal kanallar için çalışma boyu bu yöntem kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 8: Schneider, Schäfer ve ark. yöntemlerine göre kanalın eğimi ve eğrilik yarıçapı ölçümü

Her bir dişin periapikal radyografisi, 0.4 s'lik bir pozlama süresine ve 10 cm'lik bir nesne-film mesafesine sahip bir dijital sensör (MyRay, Imola, İtalya) ve X-ray ekipmanı (MyRay, Imola, İtalya) kullanılarak alınmıştır. Kanalın eğimi ve eğrilik yarıçapı, Schneider (23) ve Schäfer ve ark. (105) yöntemine göre ImageJ analiz programı (AutoCAD 2007, San Francisco, CA, Amerika) ile hesaplanmıştır. En az 20° ve en fazla 40° kanal eğimine ve 12 mm'den küçük ya da eşit eğim yarıçapına sahip mezio-bukkal kanallı dişler çalışma için seçilmiştir. Bu kriterlere göre son olarak seçilen 120 adet diş numaralandırılarak çalışmaya dâhil edilmiştir.

3.2. Diş Köklerinin Standardizasyonu ve Kanalların Hazırlanması



Resim 1: Çalışma uzunluğu 19 mm olan mezial kök

Çalışmada kök kanal boyları birbirine yakın olan dişler kullanılmış, ayrıca dişlerin kronları, çalışma uzunlukları 19 mm olacak şekilde elmas frez yardımıyla kesilip uzaklaştırılmıştır. Mezial kökler elmas separe yardımıyla distal kökten furkasyon bölgesinden ayrılmıştır.

Kök ucundan 10 numaralı K tipi el aletinin 1 mm'den daha fazla çıktığı örnekler de çalışmaya dâhil edilmemiştir. Bu şekilde çalışmada kullanılan örnek dişlerin minör apikal foramen açıklığının standardize edilmesi planlanmıştır.

3.2. Deney Düzeneklerinin Hazırlanması

Myers & Montgomery (70) tarafından tarif edilen deneysel model, taşan debris artıklarını toplamak için kullanılmıştır. Bir eppendorf tüpünün kapağı çıkarılmış ve tüp, ilk ağırlığı elde etmek için ağırlık ölçümleri 10⁻⁴ hassasiyetinde hassas terazi (Presica XB 220 A, İsviçre) ile stabil oda koşullarında (ses ve hava

akımı gibi dış etkenler en aza indirilerek) ölçülmüştür. Ölçüm işlemi her tüp için 3 kez tekrarlanmış ve çıkan sonuçların ortalamaları alınmıştır.



Resim 2: Hazırlanmış deney düzeneği

Çalışma kriterlerine uygun dişler, her bir deney grubunda 24 adet olmak üzere, rastgele 5 eşit gruba ayrılmıştır (n=24). Çalışma düzeneği için gerekli 120 adet tüpün kapağında bir delik oluşturulmuş ve mezial kök, bu kapaktan, mine sement bağlantısına kadar basınç altında yerleştirilmiştir. İç ve dış hava basıncını eşitlemek için kapağın yanında 27 gauge'luk bir iğne de yerleştirilmiştir. Kök ve iğne ünitesi, siyanoakrilat yapıştırıcı ile bir kapağa sabitlenmiştir. Daha sonra, kök ve iğne içeren her bir kapak, önceden ağırlığı ölçülmüş olan eppendorf tüplerine yerleştirilmiş ve tüpler, preparasyon sırasında düzen oluşturmak için cam şişeler kullanılmıştır. Cam şişeler, enstrümantasyon sırasında kök apeksinin operatör tarafından görünümünü engellemek için bir alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Temizlik, şekillendirme ve irrigasyon prosedürleri, varyasyondan kaçınmak ve önyargıyı ortadan kaldırmak için tek bir operatör tarafından tamamlanmıştır. Tüm şekillendirme işlemleri sonunda kök yüzeyleri kalan debrisyi uzaklaştırmak için 1 mL distile su ile yıkanmıştır. Her örnekte, eğeler arasında ve kök ucunu yıkamak için irrigasyon solüsyonu olarak her bir kanal için toplam 5 mL distile su kullanılmıştır.

3.3. Kök Kanal Preparasyonları

Kökler, aşağıdaki şekilde kullanılan NiTi sistemine göre beş eşit deney grubuna (N = 24) rastgele bölünmüştür:



Resim 3: XSmart, Dentsply Maillefer marka tork kontrollü bir endodontik motor

Grup 1: XP-endo Shaper eğesi (30/.04) kullanımından önce, #15 K tipi eğe ile ya da kompleks eğriliklerde #10 K tipi eğe ile bir giriş yolu oluşturulmuştur. Üretici firma talimatlarına göre 800 rpm tur sayısı ve 100 g cm^{-1} (1 Ncm) tork rotasyon hareketi ile tork kontrollü bir endodontik motor (XSmart, Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanılmıştır. XP-endo Shaper eğesi kök kanalında hafifçe ileri geri hareketlerle ve rotasyon modunda ilerletilmiş ve 3 ila 5 hareketle çalışma boyuna ulaşılmaya çalışılmıştır. Her hareket sonrası eğenin teması kesilmiştir. Çalışma uzunluğuna erişildikten sonra, yeni bir 10 ileri geri hareket ile çalışma uzunluğuna tekrar erişerek irrigasyon yapılmıştır.



Resim 4: XP-endo Shaper eğesi

Grup 2: HyFlex CM grubunda eğeler, X-Smart endodontik motorla birlikte hafif bir ileri geri hareket ile 500 rpm tur sayısı ve 250 g cm^{-1} (2 Nm) tork ile rotasyon hareketinde kullanılmıştır. HyFlex CM eğeleri, sırasıyla 25/.08 konik (çalışma uzunluğunun üçte ikisi), 20/.06 ve 25/.04 (tam çalışma uzunluğu) boyutunda kullanılmıştır.



Resim 5: Hyflex CM eğeleri, 25/.08, 20/.06 ve 25/.04

Grup 3: ProTaper Next grubunda ProTaper Next X1 (17/.04) ve ProTaper Next X2 (25/.06) sırasıyla, üreticinin talimatlarına göre, 300 rpm tur sayısı ve 200 g cm^{-1} (2Nm) tork hızında rotasyon hareketi ile X-Smart endodontik motorla kullanılmıştır. ProTaper Next eğeleri kanalda direnç hissedilene kadar dışarı doğru fırçalama hareketi ile kullanılmıştır. Hareket X1 ve X2 eğeleri çalışma uzunluğuna ulaşana kadar tekrar edilmiştir.



Resim 6: ProTaper Next eğeleri, X1 X2

Grup 4: TF Adaptive grubunda, #8, #10, #15 K tipi eğeler (SybronEndo, Orange, CA, Amerika) ile giriş yolu hazırlandıktan sonra, SM1 20/.04 eğesi çalışma uzunluğuna kadar ulaşılmıştır. Daha sonra SM2 25/.06 eğesi ile çalışma uzunluğunda kanal preparasyonu bitirilmiştir. Çalışma uzunluğuna ulaşmak için eğeler apikal yönde zorlamadan kullanılmış, #15 K tipi eğe ile rekaptlasyon yapılmıştır. Enstrüman için üretici firmanın talimatlarına göre Elements Motor (SybronEndo, Orange, CA, Amerika) ile tur sayısı 500 rpm ve tork 400 g cm^{-1} (4Nm) tork ile adaptif hareket ile kullanılmıştır.

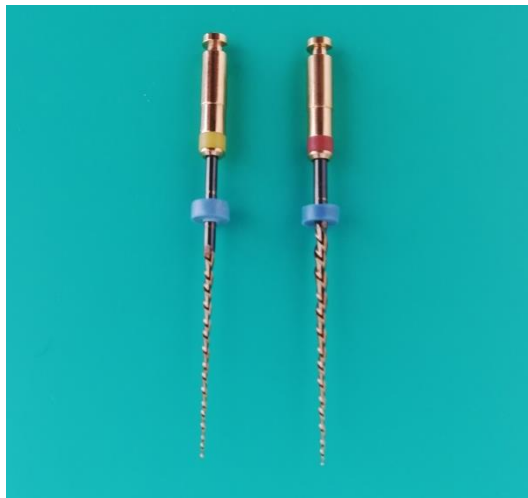


Resim 7: TF Adaptive eğeleri, SM1 SM2



Resim 8: Elements Motor, SybronEndo marka, tork kontrollü adaptif hareket yapan endodontik motor

Grup 5: 2Shape grubunda sırasıyla TS1 (25/.04) eğesi ile kanal boyuna ulaşılmış ve TS2 (25/.06) eğesi ile preparasyon bitirilmiştir. Üretici firmanın talimatlarına göre, 300 rpm tur sayısı ve 120 g cm^{-1} (1,2 Nm) tork'ta X-Smart endodontik motorla kullanılmıştır. Kanal içerisinde alete apikal yönlü bir kuvvet uygulanmamıştır.



Resim 9: 2Shape eğeleri, TS1 ve TS2

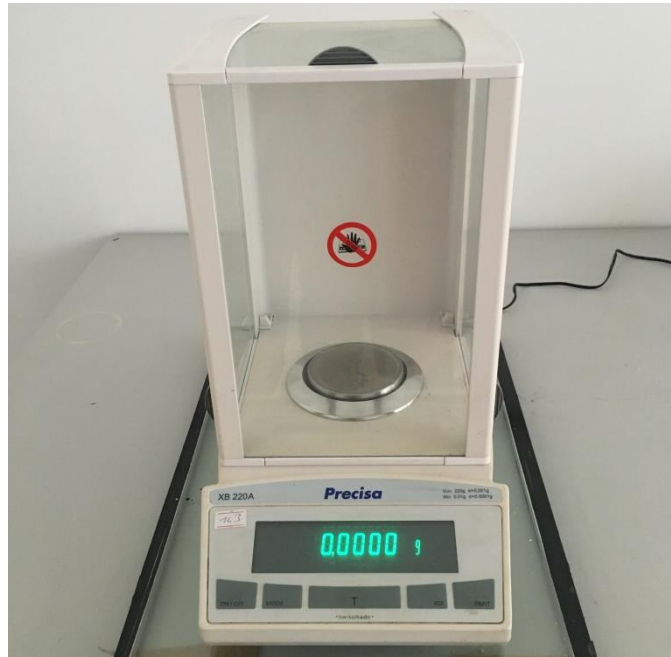
XP-endo Shaper, ProTaper Next, HyFlex CM ve 2Shape eğeleri, sürekli olarak saat yönünde rotasyonda; TF Adaptive ise adaptif hareket ile kullanılmıştır. XP-endo Shaper, ProTaper Next, HyFlex CM NiTi sistemlerinde, çalışma uzunluğuna ulaşana kadar yavaşça apikale doğru hareket ettirilmiştir. 2Shape grubunda üretici talimatına uygun olarak, ilk eğe ile çalışma uzunluğuna ulaşılmıştır. Enstrümantasyon sırasında bir direnç hissedildiğinde, aletler tekrar kullanılmadan önce çekilip incelenmiştir. Tüm gruplarda kök kanal preparasyonu sırasında alet kırılması olduğunda, hangi gruba ait olduğu not edilmiştir. Ayrıca kırık alet bulunan diş çalışmadan çıkartılmıştır. Çalışmadan çıkartılan her diş için, çalışma kriterlerine uygun yeni diş seçimi yapılmış ve deney düzeneği tekrar oluşturularak, ait olduğu grubun NiTi eğe sistemi ile kanal preparasyonu yapılmıştır. Tüm gruplarda kanal aletinin sınırı, apikalden 1 mm geride olacak şekilde konumlandırılmış, kanal içerisinde debris tıkanıklığını engellemek için apikal patensi 8 numaralı K tipi eğe kullanılarak yapılmıştır. Eğelerin olukları kök kanalından her çıkarıldığında temizlenmiştir. Kullanılan son eğe çalışma boyuna ulaştığında kök kanal preparasyonu tamamlanmıştır. Bir enstrüman iki örneğin mezio-bukkal kanalında kullanılmış ve daha sonra atılmıştır. Her kök kanalı, enstrümantasyon sırasında 27 gauge iğne kullanılarak toplam 5 mL distile su ile irrigé edilmiştir. Preparasyon işleminden önce kök kanalları 1mm distile su ile yıkanmıştır. Preparasyon işlemi sonrası ise eppendorf tüpler deney düzeneğinden ayrılmadan hemen önce kök yüzeyine yapışan debris kalıntıları, apikal kısmın tüp içinde 1 mL distile su ile yıkanmasıyla toplanmıştır. Çalışma sırasında yapılan tüm işlemler, operatör değişkenliğini azaltmak, standartizasyon sağlamak için tek bir operatör tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.4. Taşan Dentin Talaşı Miktarının Değerlendirilmesi



Resim 10: Nüve FN-500 marka etüv

Şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra kullanılan eppendorf tüpler, kuru kalıntıları tartmadan önce damıtılmış suyu buharlaştırmak için 5 gün boyunca 68°'de bir etüvde (Nüve FN-500; Yapılcan Ltd, Şti, Ankara, Türkiye) saklanmıştır.



Resim 11: Precisa marka XB 220A model analitik hassas terazi

Eppendorf tüpleri, taşan dentin talaşı ile birlikte olmak üzere tüplerin son ağırlığını elde etmek için aynı hassas terazi kullanarak, aynı stabil koşullarda tartılmıştır. Üç ardışık ağırlık elde edilmiş ve ortalaması alınmıştır. Taşan dentin talaşı artıklarının ağırlığı, başlangıç ağırlığının (boş tüp ağırlıkları) son ağırlıktan çıkarılmasıyla belirlenmiştir.

3.6. Verilerin İstatistiksel Analizi

Veriler normal dağılım yönünden Shapiro-Wilk testi kullanılarak test edildi. Normal dağılıma uymadığı görülen verilerin karşılaştırılmasında, Kruskal-Wallis non-parametrik test kullanılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmadığı için ikili karşılaştırmalar yapılmamıştır. Aralık değerlerine sahip medyanlar, her bir parametre için, istatistiksel birime göre hesaplanmıştır. $P < .05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

4. BULGULAR

Kök kanal tedavisinde kullanılan beş farklı NiTi eğe sisteminin eğimli kanallarda apikal debris taşkınlık miktarını incelediğimiz çalışmamızda verilerin istatistiksel değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu anlamda yaptığımız çalışmada, XP-endo Shaper (Grup 1), HyFlex CM (Grup 2), ProTaper Next (Grup 3), TF Adaptive (Grup 4), 2Shape (Grup 5) gruplarından elde edilen bulgular kaydedilerek IBM SPSS 21 programına aktarılmıştır.

Tüm gruplarda debris taşkınlığı tespit edilmiştir. Taşan debris miktarları Tablo 1’de belirtilmiştir. Taşan debris miktarı açısından gruplar kendi içerisinde kıyaslandığında çoktan aza doğru 2Shape (Grup 5), ProTaper Next (Grup 3), XP-endo Shaper (Grup 1), HyFlex CM (Grup 2), TF Adaptive (Grup 4) şeklinde sıralanmaktadır. Yapılan istatistik analiz sonucunda, gruplar arasında debris taşkınlığı değerlendirildiğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 1. Taşan debris için gruplara göre tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

Grup	Medyan	Ort.	St. Sap	Min.	Maks.
XP-endo Shaper	0,001333333	0,001350556	0,0005158620	0,0006	0,0029333
HyFlex CM	0,001216667	0,001343056	0,0004797825	0,0008	0,0025667
ProTaper Next	0,001316667	0,001518056	0,0006865147	0,0008	0,0031667
TF Adaptive	0,001116666	0,001209722	0,0004832937	0,0006667	0,0027000
2Shape	0,001533333	0,001642500	0,0007686158	0,0007333	0,0036333

Çalışmada kullanılan köklere ait ortalama açı değeri yaklaşık 30.5° olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Taşan debris miktarı ile açılar arasındaki ilişki istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Ancak açı derecesi ve debris miktarı arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p < .05$).

Tablo 2. Kök kanal eğimleri için gruplara göre tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

Grup	Medyan	Ort.	St. Sap	Min.	Maks.
XP-endo Shaper	30,64550	30,64550	4,763562	22,694	39,294
HyFlex CM	29,39450	30,22475	4,947245	22,102	38,886
ProTaper Next	29,27100	30,71225	5,412701	22,256	39,902
TF Adaptive	28,70750	30,69625	6,132967	22,745	39,845
2Shape	29,51500	30,23338	4,845833	22,895	38,489

Çalışmada kök kanal preparasyonu sırasında her grupta alet kırılmıştır. Her grupta 24 adet diş preparasyonu gerçekleştirilmiş, bunlardan XP-endo Shaper grubunda 3 kanal eğesi, HyFlex CM grubunda 6 kanal eğesi, ProTaper Next grubunda 8 kanal eğesi, TF Adaptive grubunda 2 kanal eğesi, 2Shape grubunda 8 kanal eğesi kırılmıştır. Tüm gruplara ait ortalama açılar ve taşan debris miktarları ve kırılan ege sayıları Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Gruplara göre açı ve taşan debris miktarı ortalamaları ile kırılan ege sayıları

Grup	Açı ortalaması	Taşan debris miktarı ortalaması	Kırılan ege sayısı
1 -XP-endo Shaper	30,68317	,001350556	3
2-HyFlex CM	30,22475	,001343056	6
3-ProTaper Next	30,71225	,001518056	8
4-TF Adaptive	30,69625	,001209722	2
5-2Shape	30,23338	,001642500	8

5. TARTIŞMA

Kök kanal preparasyon işlemleri ve kök ucundan taşan dentin talaşları kök kanal tedavisinden sonra oluşan ağrı ile ilişkilidir (106). Kök kanal preparasyonu sırasında taşan debris miktarının azaltılması kök kanal tedavisini takiben oluşan ağrının da azalmasına katkı sağlayacağından, istenen bir durumdur (96). Apikalden taşan debris miktarını etkileyen etkenlerin başında şekillendirme teknikleri, kanal tedavisi sırasında kullanılan eğeler, kullanılan yıkama solüsyonları ve çalışma uzunluğunun doğru tespiti yer almaktadır. Çalışmamızda beş farklı NiTi döner ege sisteminin, zorluk derecesi yüksek, eğimli kanallardaki apikal debris taşkınlığı miktarı genel kabul görmüş bir yöntemle ölçülmüştür.

Çalışmamızda kısa bir süre önce çekilmiş insan büyük azı dişleri kullanılmıştır. Dişlerin seçimi yapılırken standardizasyonu etkileyebilecek çürük, çatlak, kırık, kök ucu malformasyonları, önceden kök kanal tedavisi yapıp yapılmadığı ve kalsifiye kök kanallarının varlığı tespit edilip bu dişler çalışmaya dâhil edilmemiştir. Çalışmanın tüm aşamaları tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve farklı uygulayıcı nedeniyle alınabilecek farklı sonuçlar ortadan kaldırılmıştır. Çalışmada döner alet sistemlerinin tüm kullanım aşamaları, üretici firma tavsiyesi doğrultusunda yapılmıştır.

Preparasyon yöntemlerinin apikal debris taşkınlığı üzerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle çekilmiş dişlerden yararlanılmıştır. Ruiz-Hubard ve arkadaşları (106) çalışmalarında insan dişleri yerine, kök kanal şeklini, boyutunu ve eğimini standart tutmak amacıyla akrilik modeller kullanmışlardır. Bu model doğal dişlerdeki kanalın üç boyutlu yapısını ve kanal içi morfolojiyi, doğru taklit edemediğinden, bu konudaki çalışmalarda çekilmiş insan dişleri kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca akril blokları ile kök kanallarındaki dentinin mikro sertlikleri birbirinden farklıdır. Bu durumda çekilmiş dişler akril bloklara kıyasla apikalden daha fazla miktarda taşkın debrise neden olabilmektedir. Bu sebeple çalışmalarda çekilmiş insan dişleri kullanılması önerilmektedir (69). Tanalp ve ark. (107) yaptıkları çalışmalarında insan alt kesici dişlerini, Çapar ve ark. (80) alt çene küçük azı dişlerini, Azar ve Ebrahimi (108) ise alt çene büyük azı dişlerin mezio-bukkal kanallarını kullanmışlardır. Bu metot canlı periapikal dokuları taklit etmemekle birlikte, bu tip laboratuvar bazlı çalışmalarda, belirli faktörleri güvenilir bir şekilde karşılaştırabilen iyi kontrol edilmiş koşullar geliştirilmektedir

(109). Belirtilen çalışmaların verilerine uygun olarak çalışmamızda yakın tarihte çekimi yapılmış ve nemli ortamda saklanmış olan insan alt çene büyük azı dişlerinin mezio-bukkal kanalları tercih edilmiştir.

Apikal foramenden taşmış debris, periapikal doku enflamasyonu ve postoperatif ağrı ile ilişkili olabilir (44). Yapılan bir çalışma, tedavi edilen diş bir büyük azı olduğunda postendodontik ağrı insidansının anlamlı olarak daha yüksek olduğunu göstermiştir (110). Tek ve düz kökler, kök kanal preparasyonu sırasında oluşan taşkın debris miktarını değerlendirmek için birçok çalışmada yaygın olarak kullanılmıştır (3, 80, 95). Bununla birlikte, dişin tipi debris taşkınlığının miktarını etkileyebilmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada beş farklı NiTi eğe sistemini karşılaştırmak için alt büyük azı dişlerin eğimli mezio-bukkal kanalları kullanılmıştır.

Apikal çap ve açıklık ile apikalden taşan debris miktarı arasında ilişkiyi inceleyen birçok araştırmada anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (62, 71). Lambrianidis ve ark. (72), yaptıkları çalışmada apikal daralmanın sağlam kaldığı durumlarda daha fazla miktarda apikal debris taşkınlığı meydana geldiğini göstermişlerdir. Tınaz ve ark. (74) ise çalışmalarında apikal açıklığın çapındaki artışla birlikte artan apikal debris taşkınlığı miktarını savunmuşlardır. Bu konudaki çelişkili çalışma sonuçları nedeniyle çalışmamızda, apikal foramenin standartizasyonu için 10 numara K tipi eğenin apikal foramenden 1 mm'den fazla dışarı çıktığı dişler çalışmadan çıkarılmıştır.

Çalışma uzunluğunun doğru tespitinin apikalden taşan debris miktarına etki etmesi nedeniyle tüm örneklerin çalışma uzunlukları, dişlerin kronları aşındırılarak 19 mm'ye sabitlenmiştir. Bu işlem ile çalışma uzunluğu değişikliği veya kaybı nedeniyle oluşabilecek farklı sonuçların en aza indirilmesi sağlanmıştır.

İrrigasyon iğnesinin çalışma uzunluğundan kısa ve mümkün olduğunca apikal bölgede konumlandırılması gerektiği ve ancak doğru bir irrigasyonun bu şekilde yapılabileceği çalışmalarda bildirilmiştir. Aynı çalışmada iğnenin apikal yakınlığının apikalden taşan debris ve solüsyon miktarına etki ettiği de gösterilmiştir (83). Bu nedenle çalışmamızda benzer eğim yarıçapına sahip kök kanalları kullanılmış, eşit çalışma uzunluğu sağlanmış, tüm dişlerde 27 gauge'luk irrigasyon iğnesi ulaşılan en apikal konuma yerleştirilerek irrigasyon yapılmıştır.

Bu çalışmada, etüvde buharlaştırma işlemi sırasında sodyumun kristalleşmesini önlemek için sodyum hipoklorit yerine distile su irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmıştır. Taşan debrisden sodyum kristalleri ayrıştırılamayacağından, ölçümleri olumsuz yönde etkileyebilir (69). Fairbourn ve ark. (61) apikalden taşan artıkların ağırlığının havadaki nemden dolayı artabileceğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, tüm örnekler üç kez tartılmış ve daha hassas bir ölçüm olması için ortalama değer kaydedilmiştir.

Kanal eğiminin açısı ve yarıçapı kök kanal tedavisinin başarı oranını etkileyen kanala şeklini veren önemli faktörlerdir. Bu iki eğrilik parametresi birbirinden bağımsızdır. Kök kanalının eğiminin apikalden taşan debris miktarına etkisi konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Kök kanal eğimini belirlemek için Hinrichs ve ark. (71) Schneider'in yöntemini (23) kullanmış, Leonardi ve ark. (79) Weine'in tekniğini (111) kullanarak elde edilen kök eğimi açısına göre hafif eğimli veya orta derecede eğimli diş gruplarını sınıflandırmıştır. Karataşlıoğlu ve ark. (112) eğrilik yarıçaplarını Schäfer ve ark. (105) tarafından tarif ettikleri yöntemle göre ImageJ programında 3 boyutlu olarak hafif, orta, aşırı eğimli olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda çalışma kriterlerine uyan alt çene büyük azı dişlerinin mezio-bukkal kanalları Schneider (23), Schäfer ve ark.'nın (105) yöntemlerine göre ImageJ programında belirlenip; en az 20°, ve en fazla 40° kanal eğimine ve 12 mm'den küçük ya da eşit eğim yarıçapına sahip kök kanalları kullanılmıştır. Hafif eğimli kanallar çalışmaya dâhil edilmemiştir. Schneider kök açılarını 25°'ye kadar eğimli, 25°'den büyük açıları ise aşırı eğimli olarak tanımlamıştır (23). Gruplar arası örnek seçimi rastgele yapılmıştır.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Hinrichs ve ark. (71) kanal uzunluğunun, eğiminin ve foramen büyüklüğünün debris taşkınlığı üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve bu faktörlerin taşan debris miktarında istatistiksel olarak önemli bir rol oynamadığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte Leonardi ve ark. (79) bu sonucu doğrulamış ve apikal taşkınlık açısından, hafif ve orta derecede eğimli kanallar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Karataşlıoğlu ve ark. (112) yaptıkları güncel bir çalışmaya göre, hafif ile orta eğimli ve orta ile aşırı eğimli kanallar karşılaştırıldığında apikal debris taşkınlığı açısından anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, kök kanal preparasyonu yapılan tüm gruplarda apikal debris taşkınlığı gözlenmiştir. Karataşlıoğlu ve ark. (112) yaptıkları çalışmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark

sadece kök kanalı aşırı eğimli grup ile kök kanal eğimi hafif olan grup arasında tespit edilmiştir. Bu sonucu, kök kanallarının eğimli kısımlarında debrisin koronale çok az miktarda taşınması ile ilişkilendirmişlerdir. Hafif bir kanal eğiminde, kanal debris aşırı eğimli kök kanallarına kıyasla koronal olarak daha kolay çıkarılabilmektedir. Ek olarak, aşırı eğimli kanalların preparasyonu sırasında eğelerin tam çalışma uzunluğuna ulaşması için daha fazla gagalama hareketine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum, aşırı eğimli kök kanallarındaki artmış debris taşkınlığına bir başka neden olabilir.

Leonardi ve ark. (79) ile Karataşlıoğlu ve ark. (112) hafif ve orta derecede eğimli kanallar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmamışlardır. Karataşlıoğlu ve ark. orta ve aşırı eğimli kanallar arasında anlamlı bir fark bulmamışlardır. Çalışmalar arasındaki köklerin eğimlerinin farklı yöntemlerle belirlenmesi sonucu etkilememiştir. Çalışmamızda farklı olarak eğimli ve aşırı eğimli olarak tanımlanan en az 20°, en fazla 40° olan kök eğimleri tercih edilmiştir. Çalışmamız yukarıda belirtilen bulguları desteklemektedir. Eğimli kökler ve aşırı eğimli kökler arasında, taşan debris miktarı değerlendirildiğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Farklı çalışmalar, NiTi sistemlerin el eğeleri ile yapılan enstrümantasyondan daha az apikal debris taşkınlığı ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (113, 114). Çalışmamızda farklı tasarımlara, üretim yöntemlerine, ege sayısına, kinematiklere (devamlı rotasyon ve adaptif hareket) sahip olan ege sistemlerinin kök kanal tedavisi sırasında preparasyon yaparken apikalden taşan debris miktarları karşılaştırılmıştır. Bu in vitro çalışmanın sonuçları test edilen preparasyon sistemlerinin hepsinin apikalden taşkın debris oluşturduğunu göstermiştir. Enstrümantasyon tekniğinin (62) ve aletlerin kendilerine özgü tasarımının (81) bu miktarı etkilediği bilinmektedir. Çapar ve ark. (80) düz kanallarda ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), ProTaper Next, TF Adaptive ve HyFlex CM eğeleri ile apikalden taşan debris miktarını karşılaştırmışlardır. ProTaper Next ve TF Adaptive sistemleri, ProTaper Universal ve Hyflex CM sistemlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az debris taşkınlığına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte ProTaper Next ve TF Adaptive sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışmamızda da ProTaper Next ve TF Adaptive sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak çalışmadan farklı olarak TF Adaptive egesi eğimli kanallarda ProTaper Next ege sisteminden daha az miktarda apikal debris

taşkınlığına sebep olmuştur. Çalışmamızda eğimli kanallarda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, Çapar ve ark.'nın (80) sonuçları ile uyumlu olarak TF Adaptive sistemi, Hyflex CM'den daha az miktarda apikal debris taşkınlığına sebep olmuştur. Koçak ve ark. (37) yaptığı çalışmada, Hyflex CM ve ProTaper Next eğeleri ile eğimli kanallarda yapılmıştır. Çapar ve ark. (80) düz kanallarda yaptıkları çalışma sonuçlarından farklı olarak, Hyflex CM ege sisteminin, ProTaper Next ege sisteminden istatistiksel olarak anlamlı bir farkla daha az miktarda apikal debris taşkınlığına sebep olduğu bildirilmiştir. Hyflex CM'nin daha az debris taşkınlığına sebep olması ise, ege'nin kendine has fiziksel özellikleri ile açıklanmıştır. Çalışmamızda anlamlı bir fark olmasa da eğimli kanallarda yapılmış çalışma sonuçları ile benzer bir sonuç elde edilmiş, Hyflex CM, ProTaper Next'den daha az miktarda debris taşkınlığına neden olmuştur. Çalışma sonuçlarımız bu bulguyu desteklemektedir. Çalışmamızın sonuçlarında, eğimli kanallarda TF Adaptive sisteminin, ProTaper Next ve HyFlex CM sistemlerinden anlamlı bir farklılık yaratmamakla birlikte, daha az debris taşkınlığına sebep olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni sürekli rotasyona benzer bir hareketi kullanmak üzere tasarlanmış olan TF Adaptive sisteminin, bir kuvvet uygulandığında, ege'nin yorulma davranışını geliştirebilecek resiprokasyon hareketi kullanmasıyla açıklanabilir (115). Ege'nin bu hareketinin zorluk derecesi yüksek eğimli kanallarda daha az taşkın debris miktarına sebep olduğunu düşünmekteyiz. Bu sonuç geçmiş bulguları da desteklemektedir.

NiTi döner sistemlerde farklı kinematik ve konikliğe sahip ege'lerin karşılaştırılması ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan birinde rotasyon ile çalışan ProTaper Universal F2 (25/.08), Revo-S SU (25/.06 MicroMega, Besancon, Fransa) sistemleri, Self-adjusting file sistemi (1,5mm çap), ve resiprokal hareketle çalışan Reciproc R25 (25/.08,VDW, Münih, Almanya) sistemi karşılaştırılmıştır (116). ProTaper F2 egesi ISO 25 uç çapına ve apikal 3 mm'de 0.08 konikliğe sahiptir. Revo S ise ISO 25 uç çapına ve 0.06 konikliğe sahiptir. Tek ve çok ege'li sistemler arasında apikalden taşan debris miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da, Revo S, Self-adjusting file ve ProTaper Universal sistemlerinden daha az debris taşkınlığına sebep olmuştur. Revo S'in asimetrik enine kesiti ve salınmaya izin veren düşük konikliğinin debrisin koronale hareketini kolaylaştırdığı savunulmuştur. ProTaper grubu en yüksek ortalama taşkınlık değerini göstermiştir. ProTaper Next sisteminin daha büyük olan konikliği daha agresif bir genişletmeye neden olmakta ve apikal olarak daha fazla debris taşkınlığının sebebi olarak

görülmektedir. Resiprokal hareket ile çalışan Reciproc daha az konikliğe sahip Revo-S de dâhil olmak üzere, diğer tüm aletler ile karşılaştırıldığında daha az debris taşkınlığına sebep olmuştur. Çalışmamızda uyumlu olarak istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, resiprokal hareket ile benzer adaptif hareketle çalışan TF Adaptive eğe sistemi eğimli kanallarda, daha az konikliğe sahip çok ve tek eğeli Hyflex CM ve XP-endo Shaper sistemlerinden ve rotasyonla çalışan tüm sistemlerden daha az debris taşkınlığına sebep olmuştur. Hyflex CM ve XP-endo Shaper sistemlerinin 2Shape ve ProTaper Next sistemlerinden daha az debris taşkınlığına sebep olması yukarıdaki çalışma ile benzer olarak XP-endo Shaper ve Hyflex CM'nin kök kanalı içerisinde düşük konikliğe sahip olmaları sayesinde salınımı ve daha az debris kaldırmaları ile açıklanabilir. Ayrıca XP-endo Shaper eğe sistemi üreticiye göre kök kanalı içerisinde genişleyip daralarak kanalın orijinal şekli ile uyumlu yeterli temizliği yapmaktadır. Eğimli kanallarda kök kanalının orijinal şeklinin bozulmaması debris taşkınlığı açısından önemlidir. Hyflex CM sistemi eğimli kanallarda şekil hafızası nedeniyle ön eğim verilerek kullanılabileninden, kanalın orijinal şeklini süper elastik özelliği sayesinde koruyabilmektedir.

Diğer bir çalışmada, düz kanallarda rotasyonel hareketle çalışan sistemlerden ProTaper Universal (40/.06); ProTaper Next (40/.06) ile resiprokal hareketle kullanılan Reciproc (40/.06) ve WaveOne (40/.08) eğelerinin apikalden taşan debris miktarları karşılaştırılmıştır (117). Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte, rotasyonla çalışan ProTaper Universal grubunun daha fazla taşkın debrisye neden olduğu rapor edilmiştir. Rotasyonla çalışan ProTaper Next sisteminin ise düz kanallarda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da resiprokal hareket ile çalışan eğelerden daha az miktarda debris taşkınlığına neden olduğu bulunmuştur. Önceki çalışmadan farklı olarak düz kanallarda devamlı resiprokasyon hareketi debris taşkınlığını etkilememiştir. Çalışmamızda farklı kinematiklere sahip sistemler karşılaştırılmış ve geçmiş bulgular ile uyumlu olarak anlamlı bir farklılık görülme de, eğimli ve yüksek eğimli kök kanallarında adaptif hareketin daha az debris taşkınlığına sebep olduğu sonucuna varılmıştır.

2Shape ve XP-endo Shaper güncel eğe sistemleri ile ilgili yeterli çalışma henüz yapılmamıştır. Güncel bir çalışmada XP-endo Shaper ve Reciproc eğelerinin apikalden taşan debris ve bakteri miktarı değerlendirilmiş; her iki sistemin de benzer hacimde taşkın debris ($p < .05$) oluşturduğu gösterilmiştir (118). Taşmış olan bakteri sayıları kıyaslandığında, Reciproc sisteminin XP-endo Shaper sisteminden anlamlı

derecede daha az bakteri taşkınlığına sebep olduğu sonucuna varılmıştır. Taşan bakteri sayısı ve debris hacmi arasında bir korelasyon bulunmamıştır. XP-endo Shaper ile yapılan aynı konudaki başka bir çalışmada, XP-endo Shaper, Reciproc Blue (VDW, Münih, Almanya), HyFlex EDM ile karşılaştırılmıştır (119). Kullanılan farklı eğeler için tespit edilen apikalden taşan debris miktarı istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, sadece XP-endo Shaper eğesi, Resiproc Blue sisteminden istatistiksel olarak anlamlı bir farkla daha az debris taşkınlığına neden olmuştur. Reciproc Blue, HyFlex EDM'den daha fazla debris taşkınlığına sebep olmuş, en az taşan debris miktarı XP-endo Shaper eğe sisteminde görülmüştür. XP-endo Shaper ile Hyflex EDM arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Hyflex EDM ile benzer özelliklere sahip HyFlex CM eğe sistemi ve XP-endo Shaper eğe sistemlerini kullandığımız çalışmamızın sonuçları bu çalışmayı desteklemektedir. XP-endo Shaper ve Hyflex CM benzer oranlarda debris taşkınlığına sebep olmuştur. Ayrıca eğe sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Aynı konuda yapılan güncel bir çalışmada eğimli kök kanalları kullanılmıştır. WaveOne Gold (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma, Amerika) ve TF Adaptive sistemlerini kullanarak apikalden taşan debris miktarının karşılaştırıldığı çalışmada kök eğimi açısı 20° ile 40° arasında değişen, eğrilik yarıçapı <10 mm olan kırk beş çekilmiş alt çene büyük azı dişinin mezial kanalları kullanılmıştır (120) . Sonuç olarak WaveOne Gold sistemi, el ile preparasyon yapılan gruptan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az debris taşkınlığı yaratmış, ancak resiprok hareketle çalışan WaveOne Gold ve adaptif hareketle çalışan TF Adaptive sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışmamızda aynı kök kanal eğimlerine sahip dişler, el ile preparasyon dışında farklı eğe sistemleri ile karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlar ile uyumlu olarak, TF Adaptive ve diğer eğe sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunmasada, eğimli kanallarda rotasyonla çalışan eğelerden daha az debris taşkınlığına neden olmuştur.

Çalışmamızda klinikte sık karşılaşılan, preparasyon sırasında işlemsel hatalara yol açabilecek zorluk derecesinde eğimli kanallar kullanılarak farklı kinematik ve üretim süreçlerine sahip NiTi eğe sistemlerinin apikal debris taşkınlıkları karşılaştırılmıştır. Bu eğe sistemlerinden 2Shape ve XP-endo Shaper eğe sistemlerinin birbiri ile ya da çalışmamızdaki diğer eğe sistemleriyle apikal debris taşkınlığının karşılaştırıldığı çalışma literatürde henüz yapılmamıştır. Çalışma

sonuçlarımız eğimli kanallarda eğe sistemlerinin oluşturduğu debris miktarları açısından anlamlı bir fark olmasa da, yeni nesil eğe sistemi olan 2Shape sisteminin en çok, TF Adaptive sisteminin en az miktarda debris taşkınlığına sebep olduğunu göstermiştir.

Çalışmamız bulgularına göre farklı üretim aşamaları, fiziksel özellik ve kinematiklere sahip eğeler eğimli kök kanallarında benzer oranlarda apikal debris taşkınlığına sebep olmuştur. Eğelerin üretim ve kinematik özellikleri değerlendirildiğinde, XP-endo Shaper özel Max Wire teknolojisi ile üretilen süper esneklik ve şekil belleğine sahip rotasyon hareketi ile çalışan bir, tek eğe sistemidir (87). 35°'ye eşit veya daha yüksek sıcaklıklarda merkezdeki boyutunun ötesine genişleyen XP-endo Shaper'ın dönme eksenini merkezden uzakta yer alır ve asimetric olarak rotasyon yapar. Preparasyonun başlangıcında hala oda sıcaklığında, martensitik fazdadır; kanal içine yerleştirildiğinde moleküler olarak östenitik faza geçer. Eğenin uç kısmında altı keskin kenara sahip ve benzersiz bir geometri veren bir destekleyici uç dizaynı vardır. Üreticiye göre, genişledikten sonra, XP-endo Shaper 30/.04'e karşılık gelen kanal preparasyonu yapmaktadır. Hyflex CM kontrol edilebilir hafıza özelliği ısıyla işlemde geçerek östenit/martensit geçiş sıcaklığına erişip (50°) ağız sıcaklığında stabil bir martensitik mikroyapı oluşturmaya bağlıdır (91). Bu sebeple eğimli kanallarda, preparasyon yaparken eğeye ön büküm verilebilmektedir. Kontrol edilebilir hafıza özelliği sayesinde Hylex CM'nin yorulma direnci (93) ve esnekliği (94) artmıştır. Eğimli kanallarda görülebilen apikal transportasyon riski azalmıştır. ProTaper Next M-wire teknolojiye sahip, çok eğeli rotasyon hareketi ile çalışan bir sistemdir. Tasarımı sayesinde, ProTaper Next kök kanalında apikale doğru ilerlerken, kanal duvarına, eğenin iki kenarı temas etmekte ve buda eğeye asimetric bir dönme hareketi sağlamaktadır (95). TF Adaptive R-faz ısıtıl işlem ve metalin bükülmesiyle üretilmiş, özel yüzey koşullarına sahiptir (100). TF Adaptive sistemi rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin kombinasyonunu kullanan çoklu eğe sistemidir. 2Shape, eğelerin hem esnekliğini hem de döngüsel yorulma direncini geliştirmeyi amaçlayan T-wire olarak isimlendirilen ısıtıl işlem teknolojisi ile üretilen, rotasyon hareketiyle çalışan çok eğeli, yeni nesil bir eğe sistemidir (103). Çalışmamızda fiziksel özellikleri geliştirilmiş eğe sistemlerinin apikal debris taşkınlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Anlamlı bir fark bulunmama ile birlikte, farklı eğelerin, eğimli kanallarda apikal taşkınlık miktarlarını kıyasladığımızda, en fazla apikal taşkınlık miktarından en aza

doğru 2Shape (25/.06), Protaper Next (25/.06), XP-endo Shaper (en fazla 30/.04), Hyflex CM (25/.04) TF Adaptive (25/.06) şeklinde sıralanmaktadır. Bu bulguya göre; eğimli kanallarda rotasyonel hareket yapan eğe sistemleri kullanılacaksa, apikalden taşan debris miktarının en az miktarda olabilmesi için, konikliğin daha kuk seçilmesinin faydalı olacağını düşünmekteyiz. Eğimli kanallarda eşit koniklik ve uç çapına sahip eğelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da, resiprokal harekete benzer adaptif hareketin, rotasyonel harekete göre daha az debris taşkınlığına sebep olduğu görülmüştür. Bu nedenle önceki çalışmalarla uyumlu olarak (116), eğimli kanallarda daha az miktarda apikal debris taşkınlığı sağlamak için, rotasyonel hareket ile çalışan eğelerin yerine adaptif hareket ile çalışan eğelerin kullanımının tercih edilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Kanal aletlerinin deformasyonu ve kök kanallarındaki alet kırılması, endodontide karşılaşılan önemli bir sorundur. Kanal eğiminde artış, preparasyon hatalarıyla sonuçlanabilir (111). Süperelastik olmalarına rağmen, yakın zamanda geliştirilen NiTi kanal eğeleri eğimli kanallarda döngüsel yorgunluk etkilerine maruz kalabilirler (122). Hem rotasyon hızı hem de kök kanallarının eğimi, endodontik döner alet kırılma riskinin arttırabilir (123). Ancak kök kanal eğimi, en önemli faktör olarak görülmektedir (124). Bu sebeple çalışmamızda kırılan eğe sayısı dikkat edilerek gruplara göre ayrılmıştır. Eğimli kök kanallarında preparasyon sırasında her grupta alet kırılması gözlemlenmiştir. Klinik uygulamada tedavi başarısını etkileyecek bir komplikasyonun oluşumunun önlenmesi için, eğimli kanallarda, yeni geliştirilen eğe sistemleri de dâhil olmak üzere, klinik kullanımda dikkat edilmesi gerekmektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışmasının sınırları dahilinde bulgulara göre elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1. Çalışmamızda kullanılan tüm döner NiTi sistemlerinin apikalden debris taşkınlığına neden oldukları gözlenmiştir.
2. Alt çene büyük azı dişlerin mezio-bukkal kanalları arasından 20° ila 40° eğimli kanallar çalışmamıza dâhil edilmiştir. Kök eğimi hesaplanan dişler, gruplar arasında rastgele dağıtılmıştır. Çalışmada kullanılan köklere ait ortalama açı değeri 30.5024° olarak tespit edilmiştir.
3. Örnekler kök eğimlerine değerlendirildiğinde; 20°-25° ve 25°-40° eğimli kökler arasında taşan debris miktarı ile açılar arasındaki ilişki istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Ancak açı derecesi ve apikalden taşan debris miktarı arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ($p<.05$).
4. Çalışmamızda değerlendirilen döner NiTi sistemleri olan XP-endo Shaper, HyFlex CM, ProTaper Next, TF Adaptive ve 2Shape arasında apikalden taşan debris miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Aralarında en az debris taşkınlığı TF Adaptive ege sisteminde, en çok debris taşkınlığı ise 2Shape sisteminde gözlemlenmiştir.
5. Taşan debris miktarına göre tüm grupları sıralamak gerekirse sistemler çoktan aza doğru; 2Shape, ProTaper Next, XP-endo Shaper, HyFlex CM, TF Adaptive şeklinde sıralanmaktadır.
6. Eğimli kök kanallarında, eşit apikal çap ve koniklikteki ege sistemleri taşan debris miktarı açısından değerlendirildiğinde adaptif hareket ile çalışan TF adaptive ege sisteminde tam rotasyonel hareket ile çalışan ege sistemlerinden daha az debris taşkınlığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle eğimli kanallarda adaptif hareket tercih edilebilir.
7. Eğimli kanallarda kullanıldığında apikal debris taşkınlığı açısından rotasyonel hareket eden sistemler kıyaslandığında, daha az konikliğe sahip ege sistemleri olan XP-endo Shaper ve Hyflex CM sisteminin daha az miktarda debris taşkınlığına neden olduğu görülmüştür. Bu sebeple debris taşkınlığını azaltmak için preparasyonun eğimli kanallarda rotasyonel hareket ile çalışılan bir sistem kullanılacaksa, daha düşük konikliğe sahip ege ile bitirilmesi tercih edilebilir.

8. Çalışmada eğimli kök kanallarında preparasyon sırasında her grupta alet kırılması gözlemlenmiştir. Eğimli kanallarda, yeni geliştirilen eğe sistemleri de dahil, klinik uygulamada tedavi başarısını etkileyecek bir komplikasyonun oluşumunun önlenmesi için bu durum göz ardı edilmemelidir.

9. Mevcut döner NiTi eğe sistemlerinin apikalden taşan debris miktarı üzerine etkileri hakkında daha kesin sonuçlara ulaşabilmek için konu hakkında daha fazla çalışma yapılmasında fayda olduğunu düşünmekteyiz.



7. KAYNAKLAR

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974;18(2):269–96.
2. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Top.* 2005;10(1):30–76.
3. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2012;38(6):850–2.
4. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod.* 1985;11(11):472–8.
5. Seltzer S. Pain in Endodontics. *J Endod.* 2004;30(7):501–3.
6. Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz HR. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2016;49(3):255–70.
7. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod.* 1998;24(3):180–3.
8. Sharma A. Assessment of causes of failures in endodontic therapy- A clinical study. *Article O.* 2018;4(1):4–6.
9. Lin LM, Ricucci D, Lin J, Rosenberg PA. Nonsurgical Root Canal Therapy of Large Cyst-like Inflammatory Periapical Lesions and Inflammatory Apical Cysts. *J Endod.* 2009;35(5):607–15.
10. Ingle JJ. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1961;14(1):83–91.
11. Alaçam A, Aydın M, Tınaz C, Ömürlü H, Erten Can H, Uzel İ, Alaçam T. *Endodonti.* 2. Basım, Özyurt Matbaacılık, Ankara; 2012. 358-359,452,454,456,461 p.
12. Elizabeth M. S. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endod Top.* 2005;10(1):163–7.

13. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988;14(7):346–51.
14. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: Rationale, performance and safety. Status Report for the American Journal of Dentistry. Vol. 14. 2001. 324-333 p.
15. Gambarini G. Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. *Dent Traumatol.* 2000;16(3):95–100.
16. Cunningham CJ, Senia ES. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 1992;18(6):294–300.
17. Jafarzadeh H, Wu YN. The C-shaped Root Canal Configuration: A Review. *J Endod.* 2007;33(5):517–23.
18. Cohen S, Burns R. Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louis; 2002. 196 –229 p.
19. Cooke HG, Cox FL. C-shaped canal configurations in mandibular molars. *J Am Dent Assoc.* 1979;99(5):836–9.
20. Hülsmann M, Schäfer E. Probleme in der Endodontie Prevention, Identifikation Und Managements. Quintessence Publishing, Deutschland, 2007, pp 220 .
21. Jain N, Tushar S. Curved canals: ancestral files revisited. *Indian J Dent Res.* 2008;19:267–71.
22. Mounce R. Negotiating challenging mid root curvatures: rounding the bend. *Dent Today.* 2007;26(2):108,110,112.
23. Schneider SW. A Comparison Of Canal Preparations In Straight And Curved Root Canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32:271–5.
24. Estrela C, Bueno MR, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. *Braz Dent J.* 2008;19(2):114–8.
25. Gupta S. Endodontic Miscellany : Conventional Endodontics for Complex root-canal morphology . 2002;14:28–9.
26. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975;1(8):255–62.

27. Glickmann G, Dumsha T, Gutmann J, Lovdahl P, Hovland E, Etc. Problem Solving in Endodontics Problems in canal cleaning and shaping. In: Problem Solving in Endodontics. 4rd edn. Singapoure; 2006. p. 91–127.
28. Kapalas A, Lambrianidis T. Factors associated with root canal ledging during instrumentation. *Dent Traumatol.* 2000;16(5):229–31.
29. Bryant ST, Dummer PMH, Pitoni C, Bourba M, Moghal S. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel–titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J.* 2001;32(3):155–64.
30. Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Dent Traumatol.* 1996;12(6):255–64.
31. Kvinnsland I, Oswald Rj, Halse A, Grønningsæter Ag. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *Int Endod J.* 1989;22(2):75–84.
32. Cheung Gsp. Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. *Endod Top.* 2009;16(1):1–26.
33. ASM International. ASM Handbook, Volume 19: Fatigue and Fracture. In ASM International; 1996.
34. Spili P, Parashos P, Messer HH. The Impact of Instrument Fracture on Outcome of Endodontic Treatment. *J Endod.* 2005;31(12):845–50.
35. Lin L.M., Rosenberg P.A., Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *J Am Dent Assoc.* 2005;136(2):187–93.
36. Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endod.* 1999;25(9):599–602.
37. Koçak MM, Çiçek E, Koçak S, Sağlam BC, Furuncuoğlu F. Comparison of ProTaper Next and HyFlex instruments on apical debris extrusion in curved canals. *Int Endod J.* 2016;49(10):996–1000.
38. Ingle J, Bakland L, Peters D, Buchanan, LS MT. Endodontic cavity preparation. Ed: Ingle J, Bakland L. *Endodontics.* 4th Edition, Williams & Wilkins, Baltimore, USA, 1994.

39. Block R, Bushell A, Rodrigues H, Langeland KA. A histopathologic, histobacteriologic, and radiographic study of periapical endodontic specimens. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1976;42:656–678.
40. Naidorf IJ. Endodontic flare-ups: Bacteriological and immunological mechanisms. *J Endod.* 1985;11(11):462–4.
41. Debelian GJ, Olsen I, Tronstad L. Bacteremia in conjunction with endodontic therapy. *Dent Traumatol.* 1995;11(3):142–9.
42. Trope M. Relationship of intracanal medicaments to endodontic flare-ups. *Dent Traumatol.* 1990;6(5):226–9.
43. F Siqueira J. Microbial causes of endodontic flare-ups. Vol. 36, *International endodontic journal.* 2003;36(7) 453-463.
44. Siqueira JF, Rôças IN, Favieri A, Machado AG, Isabela N.Rôças N.I., Favieri A., Gahyva SM, Oliveira JCM, Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod.* 2002;28(6):457–60.
45. Herzig E, Root WS. Relation of sympathetic nervous system to blood pressure of bone marrow. *Am J Physiol Content.* 1959;196(5):1053–6.
46. Mohorn HW, Dowson J, Blankenship JR. Odontic periapical pressure following vital pulp extirpation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;31(4):536–44.
47. Yip MC, Nakamura H, Greenspan JS. Immunohistochemical localization of cellular cyclic AMP in normal human pulp. *J Endod.* 1983;9(12):523–6.
48. Bolanos OR, Seltzer S. Cyclic AMP and cyclic GMP quantitation in pulp and periapical lesions and their correlation with pain. *J Endod.* 1981;7(6):268–71.
49. Goldstein I, Hoffstein S, Gallin J, Weissmann G. “Mechanisms of lysosomal enzyme release from human leukocytes: microtubule assembly and membrane fusion induced by a component of complement. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1973;70(10):2916–20.
50. Stern MH, Dreizen S, Mackler BF, Levy BM. Antibody-producing cells in human periapical granulomas and cysts. *J Endod.* 1981;7(10):447–52.

51. Torabinejad M, Kettering JD. Detection of immune complexes in human dental periapical lesions by anticomplement immunofluorescence technique. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1979;48(3):256–61.
52. Brandtzaeg P. Immunology of inflammatory periodontal lesions. *Int Dent J.* 1973;(22):438.
53. Salthouse TN. Some aspects of macrophage behavior at the implant interface. *J Biomed Mater Res.* 1984;18(4):395–401.
54. Scott DS, Hirschman R. Psychological aspects of dental anxiety in adults. *J Am Dent Assoc.* 1982;104(1):27–31.
55. Dahlé NG. Culture-based analysis of endodontic infections. In: Fouad AF *Endodontic microbiology.* Wiley - Blackwell; New Delhi, India, 2009.
56. Siqueira JF, Barnett F. Interappointment pain: mechanisms, diagnosis, and treatment. *Endod Top.* 2004;7(1):93–109.
57. Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. *J Endod.* 1992;18(9):427–30.
58. Villanueva LEC de P. *Fusobacterium nucleatum* in endodontic flare-ups. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2002;93(2):179–83.
59. Torabinejad M, Kettering JD, McGraw JC, Cummings RR, Dwyer TG, Tobias TS. Factors associated with endodontic interappointment emergencies of teeth with necrotic pulps. *J Endod.* 1988;14(5):261–6.
60. Trope M. Flare-up rate of single-visit endodontics. *Int Endod J.* 1991;24(1):24–7.
61. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod.* 1987;13(3):102–8.
62. Al-Omari MAO, Dummer PMH. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod.* 1995;21(3):154–8.
63. Fava. Acute apical periodontitis: incidence of post-operative pain using two different root canal dressings. *Int Endod J.* 1998;31(5):343–7.
64. Trial Arc. Effect of Working Length Measurement by Electronic Apex Locator or Digital Radiography on Postoperative Pain : 2018;40(1):38–41.

65. Gondim E, Setzer FC, dos Carmo CB, Kim S. Postoperative Pain after the Application of Two Different Irrigation Devices in a Prospective Randomized Clinical Trial. *J Endod* . 2010;36(8):1295–301.
66. Siqueira JF. Endodontic infections: Concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2002;94(3):281–93.
67. Sipavičiūtė E, Manelienė R. Pain and flare-up after endodontic treatment procedures. *Stomatol Balt Dent Maxillofac J*. 2014;16(1):25–30.
68. Naoum HJ, Chandler NP. Temporization for endodontics. *Int Endod J*. 2002;35(12):964–78.
69. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J*. 2014;47(3):211–21
70. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and canal master techniques. *J Endod*. 1991;17(6):275–9.
71. Hinrichs RE, Walker WA, Schindler WG. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *J Endod*. 1998;24(2):102–6.
72. Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M. The Effect of Maintaining Apical Patency on Periapical Extrusion. *J Endod*. 2001;27(11):696–8.
73. Teixeira JMS, Cunha FM, Jesus RO, Silva EJNL, Fidel SR, Sassone LM. Influence of working length and apical preparation size on apical bacterial extrusion during reciprocating instrumentation. *Int Endod J*. 2016;48(7):648–53.
74. Cemal Tinaz A, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The Effect of Disruption of Apical Constriction on Periapical Extrusion. *J Endod*. 2005;31(7):533–5.
75. Siqueira JF. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endod Top*. 2005;10(1):123–47.
76. Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*. 1982;53(6):611–3.

77. Beeson TJ, Hartwell GR, Thornton JD, Gunsolley JC. Comparison of debris extruded apically in straight canals: Conventional filing versus profile .04 Taper series 29. *J Endod.* 1998;24(1):18–22.
78. Silva EJNL, Teixeira JM, Kudsi N, Sassone LM, Krebs RL, Coutinho-Filho TS. Influence of Apical Preparation Size and Working Length on Debris Extrusion. *Braz Dent J.* 2016;27(1):28–31.
79. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Braz Dent J.* 2007;18(1):16–9.
80. Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H. An In Vitro Comparison of Apically Extruded Debris and Instrumentation Times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex Instruments. *J Endod.* 2014;40(10):1638–41.
81. Elmsallati EA, Wadachi R, Suda H. Extrusion of debris after use of rotary nickel-titanium files with different pitch: A pilot study. *Aust Endod J.* 2009;35(2):65–9.
82. Nevares G, Xavier F, Gominho L, Cavalcanti F, Cassimiro M, Romeiro K, Pamella Alvares P, Queiroz G, Sobral AP, Gerbi M, Silveira M, Albuquerque D. Apical Extrusion of Debris Produced during Continuous Rotating and Reciprocating Motion. *Sci World J.* 2015; <http://dx.doi.org/10.1155/2015/267264>.
83. Brown DC, Moore BK, Brown CE, Newton CW. An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. *J Endod.* 1995;21(12):587–91.
84. Uzunoglu-Özyürek E, Karaaslan H, Türker SA, Özçelik B. Influence of size and insertion depth of irrigation needle on debris extrusion and sealer penetration. *Restor Dent Endod.* 2018;43(1) <https://doi.org/10.5395/rde.2018.43.e2>.
85. Tambe VH, Nagmode PS, Vishwas JR, P SK, Angadi P, Ali FM. Evaluation of the Amount of Debris extruded apically by using Conventional Syringe, Endovac and Ultrasonic Irrigation Technique: An In Vitro Study. *J Int oral Heal JIOH.* 2013;5(3):63–6.
86. Karatas E, Ozsu D, Arslan H, Erdogan AS. Comparison of the effect of nonactivated self-adjusting file system, Vibringe, EndoVac, ultrasonic and needle irrigation on apical extrusion of debris. *Int Endod J.* 2015;48(4):317–22.

87. De-Deus G, Belladonna FG, Simões-Carvalho M, Cavalcante DM, Ramalho CNMJ, Souza EM, Lopes RT, Silva EJNL Shaping efficiency as a function of time of a new heat-treated instrument. *Int Endod J.* 2018. <https://doi.org/10.1111/iej.13000>.
88. Azim AA, Piasecki L, da Silva Neto UX, Cruz ATG, Azim KA. XP Shaper, A Novel Adaptive Core Rotary Instrument: Micro-computed Tomographic Analysis of Its Shaping Abilities. *J Endod.* 2017;43(9):1532–8.
89. Gutmann JL, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel–titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int Endod J.* 2012;45(2):113–28.
90. McSpadden JT. <https://nanoendo.com/blog/>. 2015.
91. Santos L de A, Bahia MG de A, Casas EB de Las, Buono VTL. Comparison of the Mechanical Behavior between Controlled Memory and Superelastic Nickel-Titanium Files via Finite Element Analysis. *J Endod.* 2013;39(11):1444–7
92. Zinelis S, Eliades T, Eliades G. A metallurgical characterization of ten endodontic Ni-Ti instruments: assessing the clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. *Int Endod J* 2010;43(2):125–34.
93. Braga LCM, Faria Silva AC, Buono VTL, de Azevedo Bahia MG. Impact of Heat Treatments on the Fatigue Resistance of Different Rotary Nickel-titanium Instruments. *J Endod.* 2014;40(9):1494–7.
94. Testarelli L, Plotino G, Al-Sudani D, Vincenzi V, Giansiracusa A, Grande NM, Gambarini G. Bending Properties of a New Nickel-Titanium Alloy with a Lower Percent by Weight of Nickel. *J Endod.* 2011;37(9):1293–5.
95. De-Deus G, Belladonna FG, Souza EM, Silva EJ, Neves AA, Alves H, Lopes RT, Versiani MA. Micro-computed Tomographic Assessment on the Effect of ProTaper Next and Twisted File Adaptive Systems on Dentinal Cracks. *J Endod* 2015;41(7):1116–9
96. Koçak MM, Çiçek E, Koçak S, Sağlam BC, Yılmaz N. Apical extrusion of debris using ProTaper Universal and ProTaper Next rotary systems. *Int Endod J.* 2015;48(3):283–6.

97. Ruddle C, Machtou P, West J. The shaping movement: fifth-generation technology. *Dent Today*. 2013;32(4):96–9.
98. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WAT, Kovarik L, Buie C, Liu J, Ben Johnson W. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod*. 2009;35(11):1589–93.
99. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative Study of Different Novel Nickel-Titanium Rotary Systems for Root Canal Preparation in Severely Curved Root Canals. *J Endod* 2014;40(6):852–6.
100. Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D. Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *Int Endod J*. 2012;45(9):802–6.
101. Pedullà E, Lo Savio F, Boninelli S, Plotino G, Grande NM, Rapisarda E, La Rosa G. Influence of cyclic torsional preloading on cyclic fatigue resistance of nickel – titanium instruments. *Int Endod J*. 2015; 48(11):1043–50.
102. <http://m.tfadaptive.com/>.
103. Özyürek T, Gündoğar M, Uslu G, Yılmaz K, Staffoli S, Grande N, Plotino G, Polimeni A. Cyclic fatigue resistances of Hyflex EDM, WaveOne gold, Reciproc blue and 2shape NiTi rotary files in different artificial canals. *Odontology*. 2018;(106):408–13.
104. http://micromega.com/en/wpcontent/uploads/2017/03/Brochure_2Shape_EN1.pdf, 2017.
105. Schäfer E, Diez C, Hoppe W, Tepel J. Roentgenographic Investigation of Frequency and Degree of Canal Curvatures in Human Permanent Teeth. *J Endod*. 2002;28(3):211–6.
106. Ruiz-Hubard EE, Gutmann JL, Wagner MJ. A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *J Endod*. 1987;13(12):554–8.
107. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2006;101(2):250–7.

108. Azar Gheshlaghi N, Ebrahimi G. Apically-Extruded Debris Using The ProTaper System. *Aust Endod J.* 2005;31:21–3.
109. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. *Int Endod J.* 2013;46(9):800–7.
110. Arias A, la Macorra JC, Hidalgo JJ, Azabal M. Predictive models of pain following root canal treatment: a prospective clinical study. *Int Endod J.* 2013;46(8):784–93.
111. Weine F. *Endodontic therapy.* 3rd ed. St. Louis: CV Mosby; 1982. 288 –306. p.
112. Karataslioglu E, Arslan H, Er G, Avci E. Influence of canal curvature on the amount of apically extruded debris determined by using three-dimensional determination method. *Aust Endod J.* 2018; <https://doi.org/10.1111/aej.12311>.
113. De-Deus GA, Silva EJNL, Moreira EJ, Neves A de A, Belladonna FG, Tameirão M. Assessment of Apically Extruded Debris Produced by the Self-Adjusting File System. *J Endod.* 2014;40(4):526–9.
114. Ghivari SB, Kubasad GC, Chandak MG, Akarte N. Apical extrusion of debris and irrigant using hand and rotary systems: A comparative study. *J Conserv Dent.* 2011;14(2):187–90.
115. Gambarini G, Testarelli L, De Luca M, Milana V, Plotino G, Grande NM, Rubini AG, Sudani DA, Sannino G. The influence of three different instrumentation techniques on the incidence of postoperative pain after endodontic treatment. *Ann Stomatol (Roma).* 2013;4(1):152–5.
116. Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, Türker SA, Sağsen B, Er Ö. Apical Extrusion of Debris Using Self-Adjusting File, Reciprocating Single-file, and 2 Rotary Instrumentation Systems. *J Endod.* 2013 Oct 1;39(10):1278–80.
117. Verma M, Meena N, Kumari RA, Mallandur S, Vikram R, Gowda V. Comparison of apical debris extrusion during root canal preparation using instrumentation techniques with two operating principles: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2017;20(2):96–9.

118. Alves FRF, Paiva PL, Marceliano-Alves MF, Cabreira LJ, Lima KC, Siqueira JF, Roças IN, Provenzano JC. Bacteria and Hard Tissue Debris Extrusion and Intracanal Bacterial Reduction Promoted by XP-endo Shaper and Reciproc Instruments. *J Endod.* 2018;44(7):1173–8.
119. Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K, Gündoğar M, Plotino G. Apically Extruded Debris during Root Canal Instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper Nickel-titanium Files. *J Endod.* 2018;44(5):856–9.
120. Boijink D, Costa DD, Hoppe CB, Kopper PMP, Grecca FS. Apically Extruded Debris in Curved Root Canals Using the WaveOne Gold Reciprocating and Twisted File Adaptive Systems. *J Endod.* 2018;44(8):1289–92.
121. Schirrmeister JF, Wrbas K-T, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E. Efficacy of Different Rotary Instruments for Gutta-Percha Removal in Root Canal Retreatment. *J Endod.* 2006;32(5):469–72.
122. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997;23:77–85.
123. Zelada G, Varela P, Martin B, Bahillo JG, Maga'n F, Ahn S. The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2002;28:540–2.
124. Günday M, Sazak H, Garip Y. A comparative study of three different root canal curvature measurement techniques and measuring the canal access angle in curved canals. *J Endod.* 2005 ;31(11):796–8.

8. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı



T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

TOPLANTI TARİHİ : 09/08/2017
TOPLANTI NO : 2017/13

KARARLAR :

- 12- Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 2017-76-09/08 Protokol no'lu "Farklı Nikel Titanyum Eğelerin Eğimli Kanallarda Apikal Debris Taşkınlığına Etkisinin Değerlendirilmesi" konulu çalışmasının Etik Kurul İlkelerine uygun olduğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A S L I G İ B İ D İ R

Prof. Dr. Ali Uğur EMRE
B.E.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkan V.

Ek 2: İntihal Beyan Formu



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
İNTİHAL RAPORU BEYAN FORMU



DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Endodonti Anabilim Dalında yürütülen “Farklı Nikel Titanyum eğerlerin eğimli kanallarda apikal debris taşkınlığına etkisinin değerlendirilmesi” başlıklı tez için akademik intihal engelleme programında yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdadır.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.09 /11/ 2018

Öğrenci

Adı-Soyadı :Gülçin Cagay Sevencan

İmza:

Danışman

Adı-Soyadı: Doç. Dr. M. Murat Koçak

İmza :

BENZERLİK ORANLARI: %3

Ek: İntihal tespit programı çıktısı

ZONGULDAK BEÜ Diş Hekimliği Fakültesi 67600

Kozlu / ZONGULDAK

Tel : 0372 261 36 00

Fax : 0372 2613603

Web : <http://dis.beun.edu.tr/>

e-mail : dishekimligi@beun.edu.tr

Form 15

Ek 3: İntihal Tespit Programı Çıktısı

FARKLI NİKEL TİTANYUM EĞELERİN EĞİMLİ KANALLARDA APİKAL DEBRİS TAŞKINLIĞINA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 2





ORIJINALLIK RAPORU

% 3	% 1	% 2	% 1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	AKTEMUR TÜRKER, Sevinç and UZUNOĞLU, Emel. "APİKALDEN TAŞAN DEBRİS MİKTARI YÖNÜNDEN ÜÇ FARKLI DÖNER EĞE SİSTEMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI", Atatürk Üniversitesi, 2015. Yayın	% 1
2	Submitted to Ondokuz Mayıs Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
3	www.onlinemakale.com İnternet Kaynağı	<% 1
4	Submitted to Beykent Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
5	Sibel Koçak, Mustafa Murat Koçak, Baran Can Sağlam, Sevinç Aktemur Türker, Burak Sağsen, Özgür Er. "Apical Extrusion of Debris Using Self-Adjusting File, Reciprocating Single-file, and 2 Rotary Instrumentation Systems",	<% 1

Ek 4: Tez Yazım Değerlendirme Formu

	<p style="text-align: center;">TÜRKİYE CUMHURİYETİ ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ</p> <p style="text-align: center;">TEZ YAZIM DEĞERLENDİRME FORMU</p>	
DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA		
<p>Endodonti Anabilim Dalında yürütülen “Farklı Nikel Titanyum eğelerin eğimli kanallarda apikal debris taşkınlığına etkisinin değerlendirilmesi ” başlıklı ve uzmanlık öğrencisi Gülçin Cağay Sevencan tarafından hazırlanan uzmanlık tezinde;</p>		
<ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="checkbox"/> DIŞ KAPAK SAYFASI<input checked="" type="checkbox"/> İÇ KAPAK SAYFASI<input checked="" type="checkbox"/> TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI<input checked="" type="checkbox"/> ÖNSÖZ SAYFASI<input checked="" type="checkbox"/> TÜRKÇE ÖZET<input checked="" type="checkbox"/> İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)<input checked="" type="checkbox"/> İÇİNDEKİLER<input checked="" type="checkbox"/> SİMGELER ve KISALTMALAR<input checked="" type="checkbox"/> ŞEKİL DİZİNİ (Gerekli ise)<input checked="" type="checkbox"/> TABLO DİZİNİ (Gerekli ise)<input checked="" type="checkbox"/> GİRİŞ<input checked="" type="checkbox"/> GENEL BİLGİLER<input checked="" type="checkbox"/> GEREÇ ve YÖNTEM<input checked="" type="checkbox"/> BULGULAR<input checked="" type="checkbox"/> TARTIŞMA<input checked="" type="checkbox"/> SONUÇLAR<input checked="" type="checkbox"/> KAYNAKLAR<input checked="" type="checkbox"/> EKLER (Etik kurul onayı vb.)<input checked="" type="checkbox"/> ÖZGEÇMİŞ<input checked="" type="checkbox"/> İNTİHAL RAPORU<input checked="" type="checkbox"/> FORMATLA İLGİLİ DİĞER HUSUSLAR (Alt bölümler, Latince isimler, Ondalık ayrıçlar, Metin içerisindeki göndermeler ve kaynak göstermeler, Alıntılar, Dipnotlar, Simgeler ve kısaltmalar vb.)		
<p>Tez yazım kılavuzunda belirtildiği gibi hazırlanmıştır.</p>		
<p>Yukarıda belirtilen hususlar tarafımdan kontrol edilmiştir.</p>		
Danışmanın Adı-Soyadı:	Doç. Dr. M. Murat Koçak	
	Tarih: 09.11.18	İmza: 
Kontrol Eden		
Adı-Soyadı:	Doç. Dr. Umut Ballı	
	Tarih: 09.11.18	İmza: 
<p>ZONGULDAK BEÜ Diş Hekimliği Fakültesi 67600 Kozlu / ZONGULDAK Tel : 0372 261 36 00 Fax : 0372 2613603 Web : http://dis.beun.edu.tr/ e-mail : dishekimligi@beun.edu.tr</p>		
Form 16		

9. ÖZGEÇMİŞ

30 Haziran 1986 yılında Muğla'nın Milas ilçesinde doğdu. İlk öğrenimini Sakarya İlköğretim, orta ve lise öğretimini Milas Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde 2010 yılında tamamladı. 2011-2014 yılları arasında Silivri Prof. Dr. Necmi Ayanoğlu Devlet Hastanesinde görev yapmıştır. 2014-2016 yılları arasında Kocaeli Nuh Çimento Ağız Diş Sağlığı Merkezinde çalışmıştır. 2015 yılında Diş Hekimliğinde Uzmanlık Sınavı sonucuna göre sağlık bakanlığı kurumu kadrosuyla Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalına araştırma görevlisi olarak atandı. Halen araştırma görevlisi olarak bu bölümde görev yapmaktadır. Yabancı dili İngilizce'dir.