



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**



**KÖK KANAL TEDAVİSİ SIRASINDA KULLANILAN
EĞE VE AKTİVASYON SİSTEMLERİNİN APİKALDEN
MATERYAL TAŞINMASINA ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sevinç SEVGİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Feridun ŞAKLAR**

ANKARA

2022

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**KÖK KANAL TEDAVİSİ SIRASINDA KULLANILAN
EĞE VE AKTİVASYON SİSTEMLERİNİN APİKALDEN
MATERYAL TAŞINMASINA ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sevinç SEVGİ

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Feridun ŞAKLAR**

ANKARA

2022

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na,

Uzmanlık tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Kök Kanal Tedavisi Sırasında Kullanılan Eğe ve Aktivasyon Sistemlerinin Apikalden Materyal Taşınmasına Etkisinin Değerlendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tezdanişmanım ve bana aittir. Tezde yer alan klinik çalışma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler ve yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Uzmanlık Öğrencisinin Adı Soyadı: Sevinç SEVGİ

Tarih :

İmza :

KABUL VE ONAY

ANKARA ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİ UZMANLIK PROGRAMI

Çerçevesinde yürütölmüş olan “**Kök Kanal Tedavisi Sırasında Kullanılan Eğe ve Aktivasyon Sistemlerinin Apikalden Materyal Taşınmasına Etkisinin Değerlendirilmesi**” konulu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:

28.11.2022

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Feridun ŞAKLAR

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Faköltesi

Endodonti Anabilim Dalı

Üye

Doç. Dr. Berkan elikten

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Faköltesi

Endodonti Anabilim Dalı

Üye

Doç. Dr. Melike Bayram

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Diş Hekimliği Faköltesi

Endodonti Anabilim Dalı

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	iii
Kabul ve Onay	iv
İçindekiler	v
Önsöz	vii
Simgeler ve Kısaltmalar	viii
Şekiller	ix
Çizelgeler	xi
1.GİRİŞ	1
1.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	2
1.2. Kök Kanal Boşluğunun Temizlenmesi ve Şekillendirilmesinde Kullanılan Aletler	3
1.2.1. Motorla Kullanılan Ni-Ti Döner Aletler	3
1.2.1.1. Rotasyonel Hareketlerle Çalışan Ni-Ti Döner Aletler	5
1.2.1.2. Resiprokasyon Hareketlerle Çalışan Ni-Ti Döner Aletler	6
1.2.2. Çalışmamızda Kullanılan Döner Alet Sistemleri	8
1.2.2.1. Protaper Gold Döner Alet Sistemi	8
1.2.2.2. WaveOne Gold Döner Alet Sistemi	9
1.3. Kök Kanal Sisteminin Dezenfeksiyon ve İrrigasyonu	11
1.3.1. İrrigasyonun Hidrodinamiği	13
1.4. Endodontide İrrigasyon Aktivasyonu	14
1.4.1. İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri	14
1.4.2. Vapor Lock Etkisi	15
1.4.3. Çalışmamızda Kullanılan İrrigasyon ve Aktivasyon Yöntemleri	15
1.4.3.1. i-Tips Kök Kanal İrrigasyon İğnesi	15
1.4.3.2. Manuel Dinamik Aktivasyon	16
1.4.3.3. EndoActivator ile Aktivasyon	17
1.4.3.4. Eddy ile Aktivasyon	17
1.5. Periapikal Dokulara Materyal Taşınımı	18
1.6. Kök Kanal Tedavisinden Sonra Oluşan Ağrıyı Etkileyen Faktörler	18
1.7. Çalışmanın Amacı	19
2. GEREÇ VE YÖNTEM	20
2.1. Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması	20
2.2. Deney Düzeneklerinin Hazırlanması	21
2.3. Dişlerin Gruplara Ayrılması, Kök Kanal Şekillendirmesi ve İrrigasyon Solüsyon Aktivasyonu	24
2.3.1. Grup 1 (Protaper Gold, i-Tips İrrigasyon İğnesi)	27
2.3.2. Grup 2 (Protaper Gold, Master Kon ile Manuel Dinamik Aktivasyon)	28
2.3.3. Grup 3 (Protaper Gold, EndoActivator ile Aktivasyon)	28
2.3.4. Grup 4 (Protaper Gold, Eddy ile Aktivasyon)	29
2.3.5. Grup 5 (WaveOne Gold, i-Tips İrrigasyon İğnesi)	29
2.3.6. Grup 6 (WaveOne Gold, Master Kon ile Manuel Dinamik Aktivasyon)	30
2.3.7. Grup 7 (WaveOne Gold, EndoActivator ile Aktivasyon)	30

2.3.8. Grup 8 (WaveOne Gold, Eddy ile Aktivasyon)	31
2.4. Taşan Solüsyon Hacminin Belirlenmesi	32
2.5. Taşan Debris Miktarının Belirlenmesi	38
2.6. Sonuçların İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	39
3. BULGULAR	40
4. TARTIŞMA	45
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	55
ÖZET	56
SUMMARY	57
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	65



ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince ve tez çalışmamın her aşamasında büyük bir sabırla bana yardımcı olan, yol gösteren, anlayış ve hoşgörüsüyle desteğini hissettiğim değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Feridun Şaklar'a,

Tezimin başlangıcından bitimine kadar önerileri ve yardımları ile bana destek olan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Berkan Çelikten'e,

Uzmanlık eğitimim süresince değerli bilimsel ve mesleki tecrübelerinden yararlandığım Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri'ne,

Tez çalışmamın deneysel sürecinde bilgi ve tecrübeleriyle katkı sağlayan hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Arda Büyüksungur'a,

Uzmanlık eğitimim süresince her zaman yanımda olan, beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum, desteklerini her zaman hissettiğim çok değerli kıdem arkadaşlarım Dt. Ayşenur Öncü, Dt. Gülizar Selin Şerefican, Dt. Sevcan Koç'a,

Birlikte çalışmaktan ve tanımaktan mutluluk duyduğum tüm değerli asistan arkadaşlarıma,

Uzmanlık eğitimim süresince beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum ve bana her zaman yardımcı olan tüm fakülte çalışanlarına,

Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, tüm hayatım boyunca bana inanan ve her zaman destek olan aileme,

Sonsuz teşekkürler.

SİMGELER VE KISALTMALAR

°	: Derece
>	: Büyüktür
<	: Küçüktür
µm	: Pikometre
%	: Yüzde
Amd	: Amendment
ark.	: Arkadaşları
dk	: Dakika
G	: Gauge
gr	: Gram
Hz	: Hertz
ISO	: International Organization for Standardization
kVp	: Kilovolt pik
mA	: Miliamper
MDA	: Manuel Dinamik Aktivasyon
MicroBT	: Mikro Bilgisayarlı Tomografi
MicroCT	: Micro Computed Tomography
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mm ³	: Milimetreküp
N/cm	: Newton santimetre
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
p	: Anlamlılık Düzeyi
PUI	: Pasif Ultrasonik Aktivasyon
rpm	: Dakikadaki Tur Sayısı
SEM	: Scanning Electron Microscope
s.	: Sayfa
vb.	: Ve Benzeri

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. WaveOne Gold sistemi eğe kesiti ve çalışma prensibini gösteren şema (Ruddle, 2016).	10
Şekil 1.2. WaveOne Gold Primary eğesinin değişken taper açılarını gösteren şekil (Ruddle, 2016)	11
Şekil 2.1. Schneider yöntemi ile kök eğriliğinin derecesinin belirlenmesi (Schneider, 1971).	21
Şekil 2.2. Çalışmamızda kullanılan mikroBT cihazı (Bruker microCT Skyscan 1275, Kontich, Belçika).	22
Şekil 2.3. Çalışmamızda kullanılan hassas terazi (Schimadzu AUW220D, Tokyo, Japonya).	22
Şekil 2.4. Deney düzeneği	23
Şekil 2.5. Çalışmamızda kullanılan X-Smart Plus Endomotoru (Dentsply, Maillefer Ballaigues, İsviçre).	24
Şekil 2.6. Çalışmamızda kullanılan Protaper Gold döner eğe sistemi (Dentsply, Maillefer Ballaigues, İsviçre)	25
Şekil 2.7. Çalışmamızda kullanılan WaveOne Gold döner eğe sistemi (Dentsply, Maillefer Ballaigues, İsviçre)	25
Şekil 2.8. Çalışmamızda kullanılan doku kontrast (radyoopak) solüsyon (Monemfarma, Ankara, Türkiye)	26
Şekil 2.9. Çalışmamızda kullanılan irrigasyon iğnesi (i-dental, Medicinoslinija, UAB)	27
Şekil 2.10. Çalışmamızda kullanılan EndoActivator ve ucu (Dentsply, Maillefer Ballaigues, İsviçre)	27

Şekil 2.11. Çalışmamızda kullanılan Eddy Aktivasyon ucu (VDW, GmbH, Munich, Almanya)	27
Şekil 2.12. MikroBT kullanılarak alınmış aksiyel görüntüler	32
Şekil 2.13. NRecon ile yapılandırılmış görüntüler	33
Şekil 2.14. CTAn programı ile analiz görüntüsü	33
Şekil 2.15. 1. Grup mikroBT görüntüsü	34
Şekil 2.16. 2. Grup mikroBT görüntüsü	34
Şekil 2.17. 3. Grup mikroBT görüntüsü.	35
Şekil 2.18. 4. Grup mikroBT görüntüsü	35
Şekil 2.19. 5. Grup mikroBT görüntüsü	36
Şekil 2.20. 6. Grup mikroBT görüntüsü	36
Şekil 2.21. 7. Grup mikroBT görüntüsü.	37
Şekil 2.22. 8. Grup mikroBT görüntüsü.	37
Şekil 3.1. Taşan solüsyon hacimlerinin gruplara göre dağılımını gösteren şema	41
Şekil 3.2. Taşan debris miktarlarının gruplara göre dağılımını gösteren şema	43

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Taşan solüsyon hacimlerinin kullanılan eğe ve aktivasyon sistemlerine göre ortalama değerleri ve standart sapmaları gösterilmektedir.	40
Çizelge 3.2. Gruplar içerisinde anlamlılık düzeyini tespit etmek için deney sonuçlarından hesaplanan p değerleri (Taşan solüsyon hacimleri için)	40
Çizelge 3.3. Aktivasyon yöntemleri gruplarına yapılan post hoc Tukey testi sonuçları	41
Çizelge 3.4. Taşan debris miktarlarının kullanılan eğe ve aktivasyon sistemlerine göre ortalama değerleri ve standart sapmaları	42
Çizelge 3.5. Gruplar içerisinde anlamlılık düzeyini tespit etmek için deney sonuçlarından hesaplanan p değerleri (Taşan debris miktarı için)	43

1.GİRİŞ

Schilder 1974 yılında endodontik tedavinin amacını kök kanal boşluğunun, kök kanal sisteminden periapikal dokulara bakteri göçünü önleyecek şekilde tamamen doldurması olarak tanımlamıştır (Schilder, 1974). Daha sonraki yıllar içerisinde yapılan çalışmalar sonucunda bu tanım; endodontik tedavinin kök kanal sisteminin mikrobiyal kontaminasyonun önlenmesi, olası enfeksiyonların tedavi edilmesi ile doğal dişlerin estetik ve fonksiyonunu korumayı amaçlaması olarak son halini almıştır.

Modern diş hekimliği ve endodontinin tanımı yapıldıktan sonra yapılacak tedaviler için çeşitli aletler geliştirilmiş ve günümüzde hala geliştirilmektedir. Materyal gelişimi ve ürün yelpazesinin artmasıyla beraber klinik uygulama şekilleri de değişmekte ve daha da kolaylaşmaktadır. Endodontik tedavi sonucunu iyileştirmeyi amaçlayan teknolojik ve metodolojik gelişmeler belirli başlıklara ayrılabilir. Bunlar;

- Paslanmaz çelik eğelerden döner nikel-titanyum (Ni-Ti) eğelere geçiş,
- Kök kanallarının dezenfeksiyonunda enjektör ile yıkamadan pasif ultrasonik aktivasyona(PUI) kadar değişen yıkama yöntemleri(Bartols ve ark., 2020),
- Kanal dolgusunda kullanılan materyallere nanopartiküllerin(Shrestha ve Kishen, 2016) ve biyoseramiklerin (Wang, 2015) dahil edilmesi ve
- Kanal tedavili dişlerin restorasyonunda ağız içi tarayıcıların, adeziv sistemlerin geliştirilmesidir (Bhuva ve ark., 2021).

Ni-Ti alaşımının endodontide tanıtılması, daha esnek ve dirençli aletlerin üretilmesini sağlamıştır (Walia ve ark., 1988). Kullanılan ilk el aletlerine kıyasla Ni-Ti döner aletler kök kanal sisteminin anatomisini koruyarak daha güvenilir bir temizlik yapılmasını sağlamıştır. Kök kanal sisteminde mekanik temizliğin yanı sıra kimyasal temizliğin yapılması ile başarıya ulaşılabileceği birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Dennis ve ark., 2021). Teknolojik gelişmeler ile üretilen aletler kök kanal temizliğinde büyük bir etkinliğe sahip olsalar da kök kanal sisteminin en az %35'inde etkisiz kaldığı belirtilmiştir. Yumuşak dokuların ve bakterilerin yok

edilebilmesi için aktif irrigasyonun yapılması gerekmektedir. Preparasyon sırasında oluşmuş ölü dokuların giderilmesi, kullanılan alete çalışma kolaylığı sağlanması, ulaşılabilen bölgelere ulaşılabilmesi yapılan irrigasyonun aktivitesine bağlıdır (Dennis ve ark., 2021). Aynı Ni-Ti alaşımların tanıtılması ve üstünde yapılan metalürjik değişimler ile geliştirilmesi gibi irrigasyon yöntemlerinde de enjektörle irrigasyondan sonra sonik, ultrasonik, lazer vb. birçok sistem geliştirilmiştir. Bu gelişmeler kök kanal tedavisinin uygulama kolaylığını ve başarısını arttırırken bu materyallerin diş dokusu ve periapikal dokulara etkisi araştırmacılar tarafından merak edilen ve incelenen bir durum olmuştur.

1.1.Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Endodontik tedavide başarı; doğru bir teşhise, kök kanallarının etkin olarak şekillendirilmesine, dezenfeksiyonuna ve hermetik olarak doldurulmasına bağlıdır. (Deplazes ve ark., 2001) Başarılı bir kök kanal tedavisinde pulpa dokusundan çıkan protein yıkım ürünlerinin, bakterilerin ve bakteriyel toksinlerin uzaklaştırılması temel faktördür(Haapasalo ve ark., 2010).

Nekrotik dokuları, pulpa artıkları ve mikroorganizmaların uzaklaştırılması kemomekanik preparasyonunun önemli bir parçasıdır. Kök kanal şekillendirme işlemi hekimin kanal dolgusunu kolaylıkla yerleştirebileceği yeterli 3 boyutlu bir boşluğun oluşturulmasıdır. Tam bir boşaltma sağlandığında; organik materyalle birlikte mikroorganizmalar da fiziksel olarak uzaklaştırılarak mekanik dezenfeksiyon elde edilmiş olur. Kök kanal sistemindeki mikrobiyal yükün ortadan kaldırılması veya en azından azaltılması hem cerrahi hem de cerrahi olmayan endodontik tedavinin başarısı için gerekli kabul edilmiştir (Siqueira Jr, 2005).

Kök kanalının mekanik preperasyonu; frezler ve ultrasonik uçlar yardımı ile giriş kavitesinin açılması, kanal ağzlarının lokalize edilmesiyle başlamakta ve şekillendirme ile devam etmektedir. Şekillendirme işlemleri sonucunda, apikal daralmadan koronale doğru genişleyen ve orjinal kök kanal yolunu takip eden bir

konisite elde edilmelidir (Haapasalo ve Shen, 2013). Şekillendirme sonucunda elde edilen bu konisite kanal dolgusunu güvenli ve kolay hale getiren direnç formunun anahtarıdır (Prichard, 2012).

1.2.Kök Kanal Boşluğunun Temizlenmesi ve Şekillendirilmesinde Kullanılan Aletler

Kullanılan tüm aletler kök kanal sisteminde kemomekanik temizliğin sağlanması için diş morfolojisine en uygun en zararsız olacak şekilde tasarlanmaya çalışılmıştır. İrigasyon solüsyonlarının etkinliğini arttırma, kök kanal temizliği sonrası doldurulması için yeterli alanın açılması ana hedeflerdendir.

- Grup 1: El aletleri (Tirnerfler, K-tipi ve H-tipi eğeler)
- Grup 2: Düşük hızlı aletler (Gates-Glidden ve Peeso-Reamer)
- Grup 3: Motorla kullanılan aletler (Ni-Ti döner aletler, Self Adjusting File, sonik ve ultrasonik aletler vb.) (Peters ve Peters, 2016)

1.2.1.Motorla Kullanılan Ni-Ti Döner Aletler

Kök kanal preparasyonu el aletleri veya motorlu (döner) aletler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. 20. yüzyılın sonuna kadar endodontik aletler paslanmaz çelikten üretilmekteydi. Ancak NiTi alaşımından üretilen eğe sistemleri üstün özellikleri sayesinde kök kanal tedavisinde ön plana çıkmışlardır. NiTi alaşımların ilk çıktıklarından bu yana eğe tasarımı anlamında; üretimde ve alaşım işleme aşamasında önemli ölçüde ilerleme kaydedilmiştir.

Mekanik preparasyonda Nikel-titanyum (NiTi) alaşımlarının tanıtımı endodontide yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur. Nikel titanyum (NiTi) endodontik aletlerin, paslanmaz çelik aletlere kıyasla daha yüksek bir burulma kırılma direnci ile daha esnek

olduğu rapor edilmiştir (Walia ve ark., 1988). Bu sonuç, motorla çalıştırılan endodontik aletlerde önemli bir gelişmeye izin vermiştir.

NiTi döner eğe sistemleri, en zorlu kanal anatomilerinde bile kırılmaya karşı direnç gösterirken, aynı zamanda etkili bir preparasyon için tasarım konusunda da evrim geçirmiştir. Bununla birlikte, Ni-Ti döner aletlerinin klinik kullanım sırasında kanal içinde kırılması hala engellenememektedir (Gutmann ve Gao, 2012). Nikel-titanyum (Ni-Ti) aletler ile ilgili sorun, iki nedenden dolayı kırılma veya kopmasıdır (Baumann, 2004):

1. Torsiyonel kırılma (kök kanal aletinin ucunun kanalın herhangi bir noktasında kitlenip kalıp çalışmasını durdurması ve kırılması)
2. Döngüsel yorgunluk (kök kanal aletinin bir eğri etrafında çok fazla döndürülmesi ile mikroçatlakların oluşması ve bu mikroçatlaklardan kırılmalar meydana gelmesi)

Bu nedenle üreticiler mevcut tasarımlara ek olarak kırılmaya karşı dirençli, arttırılmış esnekliğe sahip aletler üretmek için Ni-Ti alaşımlara termal, mekanik ve yüzey işleme dahil olmak üzere çeşitli üretim prosedürlerini uygulamışlardır.

Bu gelişmelerin yanında Ni-Ti döner aletlerin başarısında kesme etkinlikleri de gündeme gelmiştir. Kesme etkinliğinin ana hedefi; maksimum miktarda diş yapısının minimum zamanda ve minimum çaba ile kaldırılabilmesidir. Kesme etkinliğinin artışı genellikle temizleme etkinliğinin artışıyla ilişkilendirilir. Ni-Ti endodontik aletlerin kesme etkinliği; eğenin tasarımı, heliks ve rake açısı, yiv aralığı, kullanılan alaşım, üretim işlemleri ve yüzey özellikleri gibi pek çok faktöre bağlı olmakla birlikte aletin kullanıldığı harekete de bağlıdır (Gambarini ve ark., 2016).

Ni-Ti döner aletlerle ilgili üretici firmalar optimum performansa ulaşmaya çalışırken göz önünde bulundurulması gereken en önemli konulardan biri de apikalden

debris taşınmasıdır. Hastalarda tedavi sonrasındaki konfor için; eğe sistemlerini ve kinematikleri karşılaştıran birçok çalışma yapılmaktadır. Ancak; ağrı sübjektif bir algıdır ve etnik köken, hekim tecrübesi, kullanılan eğe sistemi, alaşımı ve şekillendirme sırasında kullanılan eğe sayısı, apikalden taşan debris miktarı, preoperatif ağrı varlığı gibi birçok faktörden etkinlenmektedir (Martins ve ark., 2019).

Kanal şekillendirmesi sırasında oluşan debris; bakteri, bakteri ürünleri, nekrotik pulpa dokusu ve dentin içermektedir. Bu içeriğin ve yıkama solüsyonlarının apikalden çıkışı periodontal enflamasyonun ve postoperatif ağrının ana sebeplerindendir (Silva ve ark., 2014).

1.2.1.1. Rotasyonel Hareketlerle Çalışan Ni-Ti Döner Aletler

Döner sistemlerin gelişmesi ile kök kanal tedavisi hız ve pratiklik kazanmıştır. Genellikle Ni-Ti döner aletler düşük hız ve tork kontrol sistemi ile 360° tam dönüş şeklinde çalışmaktadır. Bu sürekli dönme ile kök kanal preparasyonu sağlanmaktadır. Kullanılan metal alaşımı, enstrümanın sapma açısı ve aletin çalışma hareketi yine preparasyon etkinliğine etki eden faktörlerdendir (Bergmans ve ark., 2001).

Dentin ve kesici bıçaklar arasındaki dinamik etkileşimden dolayı endodontik eğelerin kesme veya işleme etkinliği hakkında net standartlar olmadığını anlamak önemlidir. Süperelastikiyet nedeniyle Ni-Ti döner eğeler yüzeyden bükülürken dentine daha az kuvvet uyguladığından döner aletlerin daha az verimli olduğu düşünülmüş fakat araştırmalar dentin kesme işleminde paslanmaz çelik eğelerden daha etkin ve daha iyi olduğunu göstermiştir.

Kesme kabiliyetini belirleyen önemli faktörlerden biri eğedeki oluğun şeklidir. Derin bir oluk, hareket sırasında daha fazla debris taşınmasına izin verir. Bu şekilde temizleme etkinliği, kesme verimliliği ile yakından ilişkilidir. Kanalların şekillendirme esnasında tıkanmasını önlemek için kesilmiş dentin talaşlarının koronalden çıkarılması önemlidir.

Çoğu çalışma, NiTi döner sistemlerin, yüzeysel kalıntıların çıkarılmasında paslanmaz çelik el aletlerinden daha iyi olduğunu göstermektedir (Bechelli ve ark., 1999). Bununla birlikte, bazı SEM çalışmalarında ise NiTi döner eğelerin özellikle apikal uçluda daha kalın bir smear tabakası oluşturduğu gösterilmiştir (Laszkiewicz ve Gambarini, 1999).

Paslanmaz çelik el aletlerinden Ni-Ti döner aletlere geçiş sırasında el hassasiyetinde farklılıklar gelişmeye başlamıştır. El aletiyle hissedilen sıkışma, gerilme ve kıvrılma hissi döner aletler ile sağlanan hız artışı ile azalmıştır. Yine de bunu elimine edebilmek adına üretici firmalar kullanılan döner aletlerin sıkışma ve kurvatürde kıvrılmayı hissedebilen ve bu durum gerçekleştiğinde geri dönüş hareketi yapabilmesini sağlayan yazılımlar da geliştirmişlerdir. Fakat burda dikkat edilmesi gereken geri dönüş hareketi esnasında apikalden olası bir debris çıkışıdır.

Kök kanal sistemi prepare edilirken irigasyon yapılması kabul gören bir uygulamadır. İrigasyon sayesinde kanal içindeki debrislerin ve kök kanal aletinin yivleri içerisindeki debrisin temizliği ve dışarı atılması sağlanır. Aynı zamanda bu durum döner aletlerin çalışma verimini de arttırmaktadır (Bergmans ve ark., 2001).

Rotasyon hareketiyle şekillendirme yapan eğe sistemlerinde; kanalın merkezde kalma oranı, resiprokasyon hareketiyle çalışan tek eğe sistemlerinden daha iyi olabileceği belirtilmiştir(Marceliano-Alves ve ark., 2015). Bunun sebebini; kademeli şekillendirme ve kullanılan alet sayısının fazla olması ile ilişkilendirmişlerdir.

1.2.1.2.Resiprokasyon Hareketlerle Çalışan Ni-Ti Döner Aletler

Resiprokasyon hareketi, ilk olarak 1958 yılında paslanmaz çelik el eğeleriyle şekillendirmede kullanılan saat kurma hareketi ile endodonti dünyasında yerini almıştır (Haapasalo ve Shen, 2013; Villela Laurindo ve Poli de Figueiredo, 2016). Bunu takiben, Roane tarafından 1985 yılında ‘balanced force’ olarak tanımlanan ve kanal aletinin saat yönü ve saat yönünün tersi yönde hareketleri üzerine oturtulmuş

kanal şekillendirme yönteminin eğri kanallarda başarılı olduğu gözlenmiştir(Haapasalo ve Shen, 2013). Resiprokasyon hareketi; alet kırılmasını engelleyebileceği düşüncesiyle ön plana çıkmıştır.

Resiprokasyon çalışma sistemi için üretilen eğeler (Resiproc All, WaveOne) saat yönü ve tersine hareketi 3 kere tamamladığında bir tam rotasyon yani 360° hareketi tamamlamış olmaktadır. Resiprokasyon hareketinin temel alındığı sistemlerde kullanılan eğelerin tek kullanımlık olması gerektiği vurgulanmıştır(Yared, 2008). Bu hareket, birçok çalışma tarafından döngüsel yorgunluğa bağlı kırılmaya karşı dayanıklı, maliyet ve zamandan tasarruf açısından da avantajlı olarak kabul edilmiştir(Haapasalo ve Shen, 2013). Resiprokasyon ile çalışan sistemler genellikle daha az eğe kullanarak şekillendirme sağlamaktadır. Bu durum daha az aletle daha fazla kesme etkinliği sağlamakla beraber kısa sürede fazla kesme etkinliğinin olması araştırmacıları debris çıkarmasının fazla olabileceği konusunda araştırma yapmasına sebep olmuştur (De-Deus ve ark., 2015).

Hiç bir eğe sistemi apikalden debris çıkışının tamamen önüne geçememektedir. Resiprokasyon hareketi yapan sistemlerde kullanılan eğe sayısı az olduğu için rotasyonel çalışan sistemlerden daha az debris çıkışı gözlemlendiği bildirilmiştir (Ahn ve ark., 2016). Ayrıca resiprokasyon hareketinin dengeli kuvvet tekniğini taklit ettiği ve bu teknik ile periapikal dokulara daha az materyal iten basınçsız bir hareket olduğu belirtilmiştir (De-Deus ve ark., 2015).

1.2.2.Çalışmamızda Kullanılan Döner Alet Sistemleri

1.2.2.1.Protaper Gold Döner Alet Sistemi

Protaper Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), son zamanlarda piyasaya sürülmüş bir eğe sistemidir. ProTaper Gold eğe sistemi, ProTaper Universal eğe sistemi ile aynı geometrik özelliklere (dışbükey üçgen kesiti, değişken taper açısı,

kesici olmayan uç yapısı vb.) sahiptir. Gold Wire teknolojisi ile eğelerin imalat sonrası özel bir ısıtma işleminden geçirilerek daha esnek ve kırılmaya daha dirençli hâle getirildiği iddia edilmiştir (Gagliardi ve ark., 2015).

Protaper Gold'un metalürjisi, ısıtma işlem modifikasyonu ile geliştirilerek daha fazla esneklik (ortalama %24) ve döngüsel yorgunluğa karşı daha fazla direnç özellikleri kazandırılmıştır (Protaper Gold Brochure, 2017). ProTaper Gold eğeleri klinik kullanım sırasında martensit fazındadır (Malzeme esnek ve kolaylıkla önceden eğimlendirilebilir.) (Plotino ve ark., 2017). Martensitik fazdaki Ni-Ti telin östenit fazdaki Ni-Ti teline göre aynı torkta çalışırken daha düşük miktarda apikal çıkışa sebep olduğu bildirilmiştir (Park ve ark., 2010).

Şekillendirme Eğeleri

- 1) ProTaper Gold SX (Shaper X):** Herhangi bir renk kodu yoktur. Eğenin apikal çapı 0,19 mm'dir. Tüm Protaper Gold eğelerinde olduğu gibi SX eğesi de artan koniklik açılara sahiptir ve bu artış SX eğesinde en yüksektir. D0-D9 arasında %4'ten %19'a doğru artan 9 farklı taper açısı değerine sahiptir. Bu sayede kök kanalının koronal bölgesini daha etkili ve kısa sürede genişleterek çalışma boyuna daha kolay erişilmesini sağlamaktadır. Bu eğe üretici firma tarafından 300 rpm hız ve 4 N/cm tork ile kullanılması önerilmiştir.
- 2) ProTaper Gold S1 (Shaper 1):** Eğenin sap kısmında mor renk kodu bulunur. Eğenin uç çapı 0,17 mm iken D14'teki çapı 1,20 mm'dir. Eğenin taper açısı %2'den %11'e doğru artan şekilde değişir ve özellikle kanalın koronal 1/3'ünün şekillendirilmesi için tasarlanmıştır. Bu eğe üretici firma tarafından 300 rpm hız ve 4,0 N/cm tork ile kullanılması önerilmiştir.
- 3) ProTaper Gold S2 (Shaper 2):** Eğenin sap kısmındaki renk kodu beyazdır. Eğenin uç çapı 0,20 mm iken D14'teki çapı 1,20 mm'dir. Eğenin taper açısı %4'ten %11,5'e doğru artan şekilde değişir ve S1 eğe ile kanalın koronal

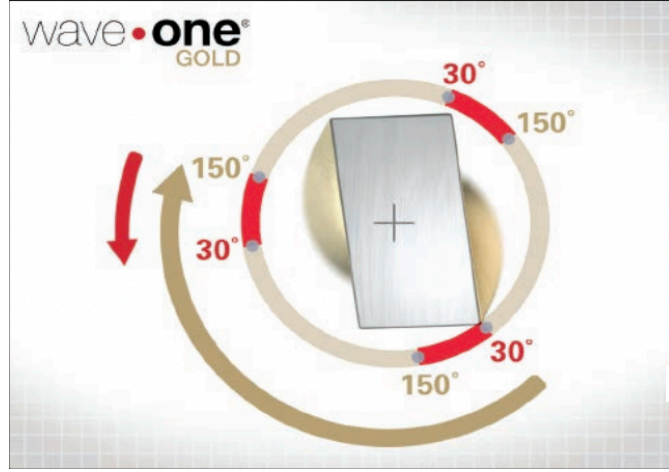
2/3'ünün ve apikal 1/3'nün şekillendirilmesini sağlamaktadır. Bu eğe üretici firma tarafından 300 rpm hız ve 1,5 N/cm tork ile kullanılması önerilmiştir.

Bitirme Eğeleri

- 1) ProTaper Gold F1 (Finisher 1):** Eğenin renk kodu sarıdır. Apikal çapının genişliği 0,20 mm'dir. Eğenin 3 mm'lik kısmının taper açısı değeri sabit %7'dir. Bu eğe üretici firma tarafından 300 rpm hız ve 1,5 N/cm tork ile kullanılması önerilmiştir.
- 2) ProTaper Gold F2 (Finisher 2):** Eğenin renk kodu kırmızıdır. Apikal çapının genişliği 0,25 mm'dir. Eğenin 3 mm'lik kısmının taper açısı değeri sabit %8'dir. U şeklinde bir çapraz kesite sahiptir ve bu durum eğenin esnekliğini artırmaktadır. Bu eğe üretici firma tarafından 300 rpm hız ve 3,0 N/cm tork ile kullanılması önerilmiştir.

1.2.2.2.WaveOne Gold Döner Alet Sistemi

WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), WaveOne eğesine ısıtıl işlem uygulanması ile elde edilmiş tek eğe resiprokasyon sistemidir. WaveOne Gold temelde Gold-wire teknolojisi ile geliştirilmiştir. Üretici firmanın verilerine göre ısıtıl işlem uygulaması, eğenin elastisitesini ve kırılma dayanıklılığını artırmaktadır. Standart NiTi döner aletlere göre kanal morfolojisine saygılı olduğu tek eğe sistemi olduğu için de çalışma süresini kısalttığı belirtilmiştir (Ruddle, 2016).



Şekil 1. 1. WaveOne Gold sistemi eğe kesiti ve çalışma prensibini gösteren şema (Ruddle, 2016).

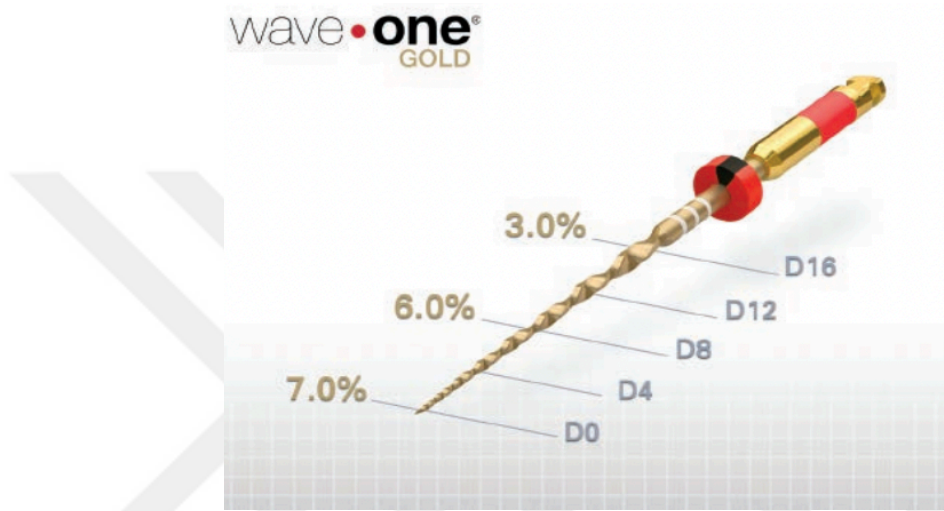
WaveOne Gold sisteminde dört adet şekillendirme eğesi bulunur: Small, Primary, Medium ve Large. Bu eğelerin renk kodları sırası ile sarı, kırmızı, yeşil ve beyazdır. WaveOne Gold'un kesit şekli dar açısı 85° olan bir paralelogramdır. Bu paralelogramda (Şekil 1.1.) iki adet kesici kenar mevcuttur. Tüm eğeler koronale doğru azalan (D0-D16 arasında) ve değişken koniklik açısına sahiptir. Her eğenin D1-D3 arasında sabit, D4-D16 arasında ise koniklik açısı giderek azalmaktadır. WaveOne Gold eğelerinin uç çapları ve uç kısımlarındaki koniklik açısı şu şekildedir:

- WaveOne Gold **Small** 0.20mm, %7
- WaveOne Gold **Primary** 0.25mm, %7
- WaveOne Gold **Medium** 0.35mm, %6
- WaveOne Gold **Large** 0.45mm, %5

Bu şekillendirme eğelerine ek olarak üretici firma tarafından bu eğelerin zorlandığı ve/veya kalsifiye, dar kanalların varlığında klinisyenin kullanabileceği resiprokasyon yöntemi ile çalışan “WaveOne **Glidder Path**” tanıtılmıştır. Eğenin sap kısmında beyaz renk kodu bulunur. Bu eğenin uç çapı ve uç kısmındaki koniklik açısı

0.15mm, %2 olup söz konusu eğenin kullanımından önce 10# numaralı kök kanal aleti ile giriş sağlanıp kök kanal boyu belirlenmelidir.

WaveOne Gold eğeleri resiprokasyon hareketi ile kullanılırlar. Saat yönünde 150°, saat yönün tersine 30° dönerek net 120°lik hareket oluştururlar ve üç döngünün sonunda bir tam tur hareketi tamamlamış olurlar.



Şekil 1. 2. WaveOne Gold Primary eğesinin değişken taper açılarını gösteren şekil (Ruddle, 2016).

Genellikle WaveOne Gold Primary eğesi tek eğe sistemi olarak kök kanal preparasyonunun tamamlanmasında yeterli olmaktadır. Kök kanalında ilerlemek için ekstra kuvvet uygulanmamalıdır. Primary eğesini kullanmadan önce rehber yol oluşturulmalıdır.

1.3. Kök Kanal Sisteminin Dezenfeksiyon ve İrrigasyonu

İrrigasyon; “vücut boşluğunu veya yarayı su veya ilaçlı bir sıvı ile yıkamak” ve aspirasyon ise “sıvıların veya gazların vücuttan bir emme cihazı ile uzaklaştırılması işlemi” olarak tanımlanır. Dezenfeksiyon; “canlı dokuda hastalık yapabilen patojen organizmaların yok edilmesi işlemi, dezenfektan ise “hastalığa neden olan mikroorganizmaların aktivitesini yok eden veya engelleyen bir ajan” olarak tanımlanır. Endodontik tedavide irrigasyonun amaçları mekanik, kimyasal ve biyolojiktir;

1. Debrisleri temizlemek,
2. Kanalda kullanılacak aletler için lubrikasyon sağlamak,
3. Organik ve inorganik dokuları çözmek,
4. Şekillendirme sırasında smear tabakasının oluşmasını önlemek
5. Kanal içindeki biyofilmleri bozmak.

Mekanik etkinlik; irrigasyonun tüm kök kanal sistemi içinde optimum akış kuvvetleri oluşturma, kanal duvarları ile etkileşim kurma, istmuslar ve hatta yan kanallar dahil olmak üzere mekanik aletler tarafından dokunulamayan alanlara ulaşma yeteneğine bağlıdır. Kimyasal etkinlik antimikrobiyal irrigasyonun konsantrasyonuna, temas alanına ve irrigan ile enfekte materyal arasındaki etkileşimin süresine bağlıdır. Kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu tedavi sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonları ve medikamanlar ile sağlanmaktadır. Irrigantların biyolojik işlevi, antimikrobiyal etkileri ve kanal içi bakterileri etkili bir şekilde yok etme veya maksimum düzeyde azaltma kapasiteleriyle ilgilidir. Prensip olarak, irriganlar planktonik veya biyofilm varlığında anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara karşı yüksek etkinliğe sahip olmalı, endotoksinleri inaktive etmeli, hayati dokularla temas ettiğinde toksik olmamalı ve anafilaktik reaksiyona neden olmamalıdır.

Kök kanal sisteminin irriganlar ve uygun teknikler kullanılarak etkin bir şekilde temizlenmesi ve dezenfekte edilmesi kanal tedavisinin başarısında önemli bir role sahiptir (Gulabivala ve ark., 2005) . Kök kanalının karmaşık anatomisi, istmusları, yan kanalları, aksesuar kanalları, anastomozları içerir ve mekanik enstrümantasyon sırasında önemli ölçüde temizlenmeyen bölgeler oluşmasına sebep olur (Peters ve ark., 2001) . Ayrıca kök kanal şekillendirmesi sırasında oluşan bakteriyel biyofilm, virüsler, ve smear tabakası kimyasal temizlik işlemini daha zor hale getirmekte ve kök kanal sisteminin tamamen temizlenmesinin önünde büyük bir engel oluşturmaktadır (Torabinejad ve ark., 2002). Kimyasal temizlikte kullanılan irrigasyon maddeleri, dentin tübüllerine nüfuz etme yeteneğine sahip olmalı ve güçlü, uzun süreli antibakteriyel etki sunmalıdır.

1.3.1.İrrigasyon Hidrodinamiği

İrrigasyon hidrodinamiği, irrigasyon maddelerinin kök kanal sistemi içinde nasıl aktığı, nüfuz etkinliği, sirkülasyon miktarı ve ayrıca bunlar tarafından üretilen kuvvetleri ifade eder. Debrislerin giderilmesi ve bakterilerin yok edilmesi açısından kanal irrigasyonunun etkinliği, operatör tarafından kontrol edilebilen birkaç faktöre bağlıdır:

1. İğnenin penetrasyon derinliği,
2. Kök kanalının çapı,
3. İğnenin iç ve dış çapı,
4. İrrigasyon basıncı,
5. İrrigasyonun viskozitesi,
6. İrrigasyonun iğne ucundaki hızı ve
7. İğne eğiminin tipi ve yönü.

İrrigasyon iğnesinin kanal boyutlarına göre boyutu ve uzunluğu irrigasyonun etkinliği için son derece önemlidir. Apikal kök kanal çapı ve konikliği, iğne penetrasyon derinliği üzerinde bir etkiye sahiptir.

Apikal basınç; apikal duvar yüzeyine dik olarak uygulanan kuvvettir. İç şırınga çapı, şırınga pistonunu hareket ettirmek için gerekli basıncı belirler. Pistonun hızı ise irrigasyonun çıkış hızını belirler. İnce iğneler, kalın boyutlu iğnelere göre piston üzerinde daha fazla basınç gerektirir bu sebeple de solüsyonun iğneden çıkış hızını arttırmaktadır. İrrigasyonun güvenliğini artırmak ve irrigasyonun apikal foramenden dışarı taşmasını önlemek için özel endodontik irrigasyon iğneleri geliştirilmiştir. Bu iğneler yan açıklıklar yoluyla solüsyonu serbest bırakır ayrıca kapalı, güvenli bir uca sahiptir. Kanalın dentin duvarında bir türbülans etkisi yaratmak için eğimin yönü çok önemlidir. Akış, belirli bir alandan birim zaman diliminde geçen malzeme miktarı olarak tanımlanır. Akış birçok faktöre bağlıdır. Akışın gerçekleşmesi için basınç farkına ihtiyaç vardır. Akış, yüksek basınçtan düşük basınca doğru gerçekleşir ve fark ne kadar büyükse akış da o kadar büyük olur. Akış ayrıca tüpün veya iğnenin çapına

göre değişir: iğne ne kadar büyükse akış o kadar fazladır. Son olarak, iğnenin uzunluğu ne kadar uzun olursa, akış o kadar az olur (Basrani, 2015, s.:50-53).

1.4. Endodontide İrrigasyon Aktivasyonu

Kök kanal sisteminin anatomik karmaşıklıkları ve ulaşılamayan kısımları irrigasyon solüsyonlarının endodontik tedavideki etkinliklerini tehlikeye atabilmektedir. Bu nedenle geleneksel irrigasyonun sınırlamalarının önüne geçmek, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunu sağlamak için dişlerin endodontik tedavisinde irrigasyon aktivasyon sistemlerinin kullanılması önerilmektedir (Mohammadi ve ark., 2017).

İrrigasyon aktivasyonu; mekanik veya diğer enerji formlarıyla kök kanal sisteminin karmaşıklıklarına irrigasyon solüsyonlarının ulaşmasını kolaylaştırmak ve iyileştirmek için kullanılan yöntemler olarak tanımlanmaktadır (Susila ve Minu, 2019). Haapsalo ve ark. (2010) göre kök kanalının preparasyonunun ana amaçları; irrigasyonun yüzeysel etkinliğini artırmak, dezenfeksiyon ve obturasyonu sağlamaktır. Bununla birlikte döner aletlerin geliştirilmesiyle konvansiyonel sistemlere göre preparasyon s resimiz kısal mıştır ve bu nedenle de irrigasyon ajanlarının etkinlik süresi kısalmaktadır. Bu durum irrigasyon ajanlarının etkinliğini arttırmak için irrigasyon aktivasyonunu zorunlu kılmaktadır (Souza ve ark., 2019).

1.4.1. İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri

- Manuel İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri (İğne/kanül, fırçalar, manuel dinamik aktivasyon)
- Mekanik Aktivasyon Teknikleri (Döner alet ile kullanılan fırçalar)
- Eğeleme ile Yapılan Aktivasyon Yöntemleri (SAF, XP-EndoFinisher, XP-Endo Finisher R)

- Negatif Basınç Prensibi ile Çalışan İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri (RinsEndo, EndoVac)
- Sonik ve Ultrasonik Sistemler (Endo Aktivatör, Eddy)
- Lazer Destekli İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri
- Foton Kaynaklı Akustik Akım (PIPS)
- Şok Dalgası ile Geliştirilmiş Emisyon Fotoakustik Akım (SWEEPS)
- GentleWave

1.4.2. Vapor Lock Etkisi

“Vapor Lock” etkisi; irrigasyon esnasında kök kanalının apikal bölgesinde havanın hapsolmesiyle açıklanmaktadır. Bu hava boşluğunun varlığı sadece iğne ile yapılan irrigasyonda temizlenemeyen bölgeler oluşturmaktadır. İrrigasyonun hidrodinamik etkisini iyileştirmek için kullanılan kapalı uçlu yandan perfore iğneler bile kanalın apikal üçte birlik kısmındaki bu hava boşluğuna sebep olabilmektedir (Metzger ve ark., 2013).

İrrigasyon aktivasyon yöntemleri “vapor lock” etkisini yok ederek; irrigasyon solüsyonunun debris uzaklaştırma ve solüsyonun antimikrobiyal etkinliğini artırmaktadır.

1.4.3. Çalışmamızda Kullanılan İrrigasyon ve Aktivasyon Yöntemleri

1.4.3.1. i-Tips Kök Kanal İrrigasyon İğnesi

Yıllar içinde kök kanal tedavisinde kullandığımız irrigasyon solüsyonlarının kök kanal sistemine iletilmesi için birçok iğne ucu geliştirilmiştir. Medikal iğne standardizasyonu olan ISO 9626:1991/Amd.1:2001’e göre bu çalışmada 30G’lik iğne

kullanılmıştır. İğne ucunun uç kısmı kapalı ve uç kısmına yakın bulunan iki ayrı delik olan iğne ucu seçilmiştir.

Yakın zamana kadar daha kalın iğne uçları rutinde kullanılmaktaydı. Fakat yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda kalın iğne uçlarının kök kanal sisteminde tam çalışma boyuna ilerleyemediği, fazlasıyla koronel kısımda kaldığı için etkin temizlemenin yapılamadığı bildirilmiştir. Bu sebeple daha ince iğne uçlarının (28G, 30G ve 31G) kullanılması tavsiye edilmektedir (Boutsioukis ve ark., 2010).

1.4.3.2. Manuel Dinamik Aktivasyon

1980 yılında yapılan bazı araştırmalar sonucunda kök kanal sistemindeki irrigasyon solüsyonunun tüm bölgelere ulaşması ve dezenfeksiyonun sağlanması için kök kanalına uyumlu bir güta perka ile aktivasyon yapılması önerilmiştir (Machtou, 1980). Manuel dinamik aktivasyon el eğesi, fırçalar ve kök kanalına uyumlu bir güta perka ile yapılabilmektedir. Irrigasyon solüsyonu varlığında kök kanal aletleri ile egeleme yapılırken oluşan ileri-geri hareketten bir miktar aktivasyon oluşmaktadır (Basrani, 2015, s.:149-154).

Manuel dinamik aktivasyon sistemi yıkama solüsyonlarının kanalın tüm duvarlarına temas etmesini ve “vapor lock” etkisinin ortadan kaldırılmasını sağlayan uygun maliyetli bir yöntemdir. Kullanılan güta perka konun ileri geri hareketi sırasında farklı kanal içi basınçlar üreterek solüsyonda türbülans hareketi oluştururken geri çekme hareketleri sırasında ise difüzyon oluşmaktadır. Kon ile kanal duvarları arasındaki ince boşluğun varlığı solüsyonun aktivasyon sırasında hareket etmesinin, kök kanalından koronale doğru hareket edip hidrodinamik akışın oluşmasında önemli bir etkiye sahiptir.

1.4.3.3. EndoActivator ile Aktivasyon

Endoactivator, sadece geleneksel iğne ile yapılan irrigasyondan daha etkili bir irrigasyon için sonik titreşimler ile çalışan bir aktivasyon sistemidir (Mancini ve ark., 2013). Tek kullanımlık ve 22mm uzunluğunda plastik uçlara sahiptir. Küçük(15/02), orta(25/04), büyük(35/04) olmak üzere 3 ayrı boyutta tasarlanmış uçları vardır. Bu uçların renk kodları sırası ile sarı, kırmızı ve mavidir. Üretici firma Endoactivator kullanarak geleneksel irrigasyona göre on iki kat daha hızlı doku çözdüğünü belirtmiştir. Aynı zamanda operatör tarafından kolay bir kullanıma sahip olduğu, ergonomik tasarımı ve solüsyon hidrodinamiği yaratması sebebiyle solüsyon aktivasyonu için önerilmektedir.

Çalışmamızda sonik titreşimli aktivasyon sağlamak için kırmızı renkli, orta büyüklükteki (25/04) uç tercih edilmiştir.

1.4.3.4. Eddy ile Aktivasyon

Hava ile çalışan bir el aletine takılan poliamid uçtan oluşan aktivasyon sistemidir. 6000 Hz'e kadar ulaşan yüksek frekanslarda çalışmaktadır. Güçlendirilmiş sonik etkiyle çalışan bu sistem, kök kanal sistemi içinde çalıştığı süre boyunca oluşturduğu akustik akış ve kavitasyon ile ultrasoniklerle aynı etkiyi yapabilme kapasitesine sahip olduğu firma tarafından bildirilmiştir. Ancak ultrasonik çalışan sistemlerden farklı olarak esnek çalışma ucuna sahip olması ile daha güvenli ve verimli çalıştığı bildirilmiştir. Bu özellikleri sayesinde pasif ultrasonik aktivasyon(PUI) gibi hareket ettiği hatta PUI'den daha iyi performans gösterdiği birçok araştırmacı tarafından kanıtlanmıştır (Urban ve ark., 2017).

1.5.Periapikal Dokulara Materyal Taşınımı

Kök kanal tedavisi sırasında apikalden materyal çıkışı, işlem sonrası ağrıya veya akut alevlenmeye sebep olabilen en önemli komplikasyonlardan biridir (Siqueira Jr, 2003). Apikalden çıkan mikroorganizmaların sayısı ve virülansı periradiküler reaksiyonun derecesini belirleyen kritik faktörlerdir. Virülans mikroorganizma varlığının yanı sıra enfekte olmamış pulpa ve dentin dokusu da periapikal dokuda inflamatuvar reaksiyonun başlamasına sebep olabilir (Seltzer ve ark., 1973). Apikalden materyal çıkışı engellenemese bile kanal içine kademeleri girişi sağlayan crown down tekniği gibi teknikler tercih edilerek periapikal dokularda oluşabilecek irritasyon miktarı azaltılabilir (Siqueira Jr, 2003).

1.6.Kök Kanal Tedavisinden Sonra Oluşan Ağrıyı Etkileyen Faktörler

1. Seans sayısı
2. Diş ve lokasyonu
3. Cinsiyet ve yaş
4. İrrigasyon solüsyonları, teknikleri ve irrigasyon solüsyonlarının apikale çıkışı
5. Medikaman kullanımı
6. Mekanik preparasyon
7. Obturasyon tekniği
8. Non-odontojenik ağrılar
9. İltihabi mediyatörler

Ertan ve ark.'nın (2010) yaptığı çalışmaya göre yukarıda belirtilmiş olan faktörler kanal tedavisinden sonra ortaya çıkan postoperatif ağrıyı etkilemektedir.

Kök kanallarının kemomekanik şekillendirilmesi ve başarılı bir şekilde temizliğin sağlanması kök kanal tedavisinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Kullanılan bu sistemlerin apikalden çıkan materyal miktarı açısından karşılaştırılması

ve buna bağlı olarak sistemlerin post operatif ağrı veya akut alevlenme oluşturma potansiyellerinin karşılaştırılması kuşkusuz büyük yarar sağlayacaktır.

1.7.Çalışmanın Amacı

ProTaper Gold ve WaveOne Gold döner eğe sistemlerini ardından da i-Tips irrigasyon ucu, manuel dinamik aktivasyon, EndoActivator, Eddy kullanarak yapılan aktivasyon sonucu her grubun hareket şekli, alet tasarımı ve aktivasyon eşitleri göz önüne alınarak apikalden taşan debris ve solüsyon miktarının karşılaştırılmasıdır.



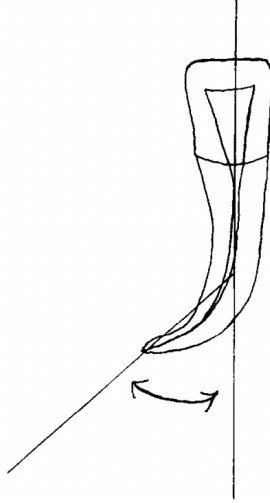
2. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamız Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 24/01/2022 tarihinde 03/01 karar numarası ile onay almış olup, örnek hazırlama ve deney aşamaları Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yürütülmüştür.

Çalışmamızdaki farklı irrigasyon tekniklerinin, kök kanal apikalinden debris ve solüsyon çıkış potansiyelleri, hassas terazi ve mikroBT kullanılarak değerlendirilmiştir.

2.1. Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmamızda ortodontik ve periodontal nedenlerle çekilmiş, çürüksüz, restoratif işlem görmemiş 80 adet insan alt premolar dişi (tek köklü, tek kanallı) kullanılmıştır. Dişlerin seçiminde; kök uzunluklarının ve genişliklerinin benzer olmasına, radyografik değerlendirmede tek ve düz bir kanalın izlenmesine, kanalda kalsifikasyonların ve internal rezorbsiyonların bulunmamasına özen gösterilmiştir. Ayrıca apikal gelişimini tamamlamamış, kök kırığı mevcut olan, kalsifiye veya birden fazla kök kanalı bulunduran dişler çalışmaya dâhil edilmemiştir. Dişlerin eğrilik açısının 10 dereceden küçük olmasına dikkat edilmiştir. Bu açı değeri her bir diş için Schneider yöntemi ile belirlenmiştir (Şekil 2.1). Bu yöntemde; kanal eğriliğinin başladığı nokta ve apikal forameni birleştiren çizgi ile kanalın uzun eksenine paralel çizgi kesiştirilir. Bu iki çizgi arasında kalan açı “kanal eğrilik derecesi”ni gösterir (Schneider, 1971).



Şekil 2. 1. Schneider yöntemi ile kök eğriliğinin derecesinin belirlenmesi (Schneider, 1971).

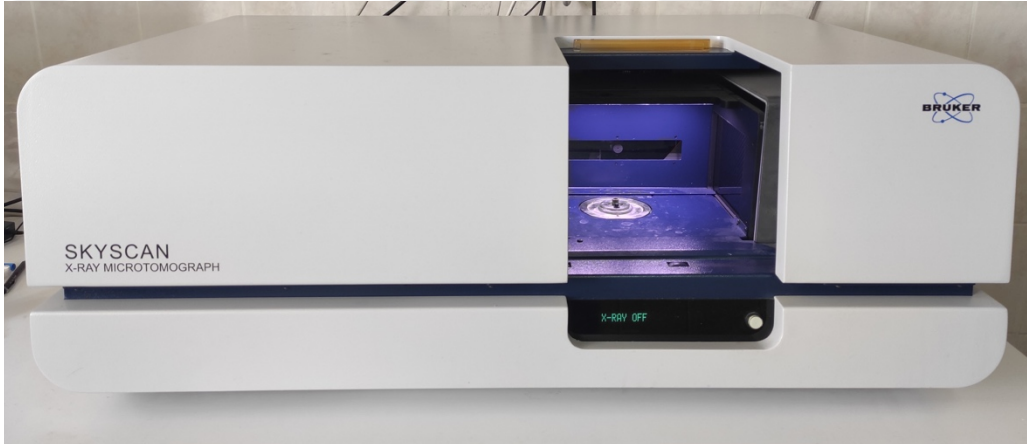
Çekilen dişler 24 saat %0,1 timol solüsyonunda bekletildi. Dişlerin üzerindeki diş taşları, organik debris ve yumuşak dokular periodontal küret (#7-8, #9-10, #11-12 Gracey, Nordent, USA) vasıtasıyla kök yüzeylerine zarar vermeden dikkatlice temizlendi ve dişler çalışmada kullanılıncaya kadar serum fizyolojik içinde, oda sıcaklığında bekletildi.

Örnekler dental operasyon mikroskopi altında endodontik giriş kavitesi standart genişliklerde tek bir operatör tarafından, uygun boyutta bir elmas rond ve fissür frez ile su soğutması altında aeratör ile açıldı. Apikal çapları standardize edebilmek için köklere iki kat tırnak cilası sürülerek 10 numaralı K tipi (Dentsply Maillefer) eğe ile apeksten 1 mm çıkıldı. Bu şekilde 0,12 mm çapa sahip standart bir yuvarlak apikal açıklık elde edildi. Daha sonra kanal boyunu belirlemek için 15 numaralı K tipi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) el eğesi kanalda ilerletildi. Eğe ucunun apikal foramenden görüldüğü mesafe ölçüldü, çalışma boyu ise bu boydan 1 mm kısa olarak belirlendi.

2.2. Deney Düzeneklerinin Hazırlanması

Çalışmamızda ProTaper Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) döner alet sistemlerinin

apikalden taşırdıkları debris miktarlarının incelenmesi için Myers ve Montgomery (1991) tarafından tarif edilen deneysel modelin modifikasyonu kullanılmıştır (Delvarani ve ark., 2017; Xavier ve ark., 2015). İ-Tips irrigasyon ucu, manuel dinamik aktivasyon, EndoActivator ve EDDY kullanılarak eğeleme sırasında, solüsyon aktivasyonundan sonra taşan solüsyon hacmini belirlemek için ise radyoopak solüsyon ve mikroBT (Bruker microCT Skyscan 1275, Kontich, Belçika) (Şekil 2.2.) görüntüleme yöntemi kullanıldı. Kullanılacak olan eppendorf tüpler yanılma payı 0,00001 gr olan hassas terazi (Schimadzu AUW220D, Tokyo, Japonya) (Şekil 2.3.) kullanılarak tartıldı. Tartma işlemi her tüp için 3 kez tekrarlandı ve çıkan 3 sonucun ortalaması alındı.



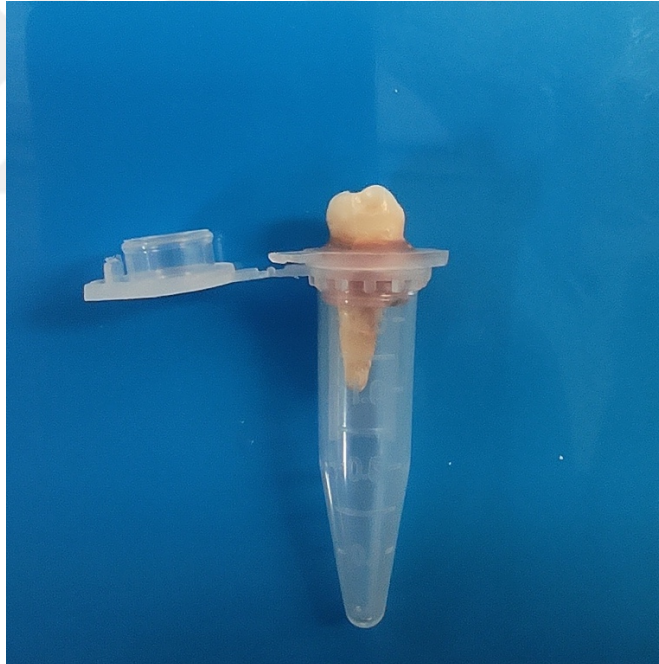
Şekil 2. 2. Çalışmamızda kullanılan mikroBT cihazı (Bruker microCT Skyscan 1275, Kontich, Belçika).



Şekil 2.3. Çalışmamızda kullanılan hassas terazi (Schimadzu AUW220D, Tokyo, Japonya)

Çalışma düzeneğimiz için öncelikle 80 tane eppendorf tüpün (Eppendorf- Elkay, Shrewbury, MA, USA) kapağı kesilerek sıcak bir siman spatülü yardımıyla kapağa delikler açıldı. Kesilmiş dişlerin kronları mine sement hizasında eppendorf kapaklarına siyanoakrilat yapıştırıcı kullanılarak sabitlenip, pembe mumla sızdırmaz bir şekilde çevrildi.

Daha sonra kesilen bu kapak deneyde kullanılacak ve önceden tartılmış olan orijinal eppendorf tüpünün kapağının yerine yerleştirildi. Böylece hem kullanılacak olan eppendorf tüpün kapağının herhangi bir zarar alması önlenmiş hem de tartılmış olan eppendorf tüplerin ağırlıkları sabit kalmıştır.



Şekil 2.4. Deney düzeneği

2.3. Dişlerin Gruplara Ayrılması, Kök Kanal Şekillendirmesi ve İrrigasyon Solüsyon Aktivasyonu

80 adet diş randomize olarak her grupta 10 adet diş (n=10) olacak şekilde 8 ayrı gruba ayrıldı.

Bu grupların yarısının kök kanallarının şekillendirilmesi, üretici firmaların talimatları doğrultusunda X-Smart Plus (Dentsply, Maillefer Ballaigues, İsviçre) endodontik motor kullanılarak crown-down yöntemiyle ProTaper Gold (Dentsply Maillefer) (Şekil 2.4.), diğer yarısı ise WaveOne Gold (Dentsply, Maillefer) (Şekil 2.5.) eğe sistemleri kullanılarak yapıldı.



Şekil 2.5. Çalışmamızda kullanılan X-Smart Plus Endomotoru (Dentsply, Maillefer Ballaigues, İsviçre)



Şekil 2.6. Çalışmamızda kullanılan Protaper Gold döner eğe sistemi (Dentsply, Maillefer Ballaigues, İsviçre).



Şekil 2.7. Çalışmamızda kullanılan WaveOne Gold döner eğe sistemi (Dentsply, Maillefer Ballaigues, İsviçre).

Şekillendirme sırasında WaveOne gold kullanılan gruplarda her bir tam tur tamamlandıktan sonra, Protaper Gold kullanılan gruplarda ise her eğe geçişinde 1ml radyoopak solüsyon kullanılarak yandan delikli irrigasyon iğneleri (i-dental, Medicinoslinija, UAB) ile irrigate edildi.



Şekil 2.8. Çalışmamızda kullanılan radyopak solüsyon (monemfarma, Ankara, Türkiye).

4 grup rotary sistem eğe (Protaper Gold) kullanılarak diğer 4 grup ise resiproc sistem (Wave One Gold) eğeler kullanılarak prepare edildi. Preparasyondan esnasında irrigasyon yapıp tamamlandıktan sonra rotary ve resiproc kullanılan dişler kendi içlerinde 4 gruba ayrılarak;

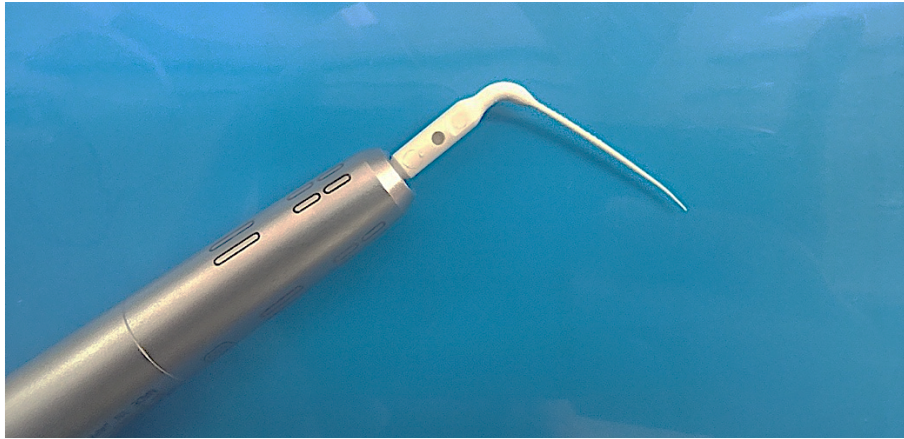
- I. İ-Tips (i-dental, Medicinoslinija, UAB) irrigasyon ucu (kontrol grubu)
- II. Manuel dinamik aktivasyon
- III. Endo activatör(Dentsply, Maillefer, Ballaiguesi İsviçre)
- IV. Eddy (VDW, GmbH, Munich, Almanya) aktivasyon cihazları kullanılarak



Şekil 2.9. Çalışmamızda kullanılan irrigasyon iğnesi (i-dental, Medicinoslinija, UAB)



Şekil 2.10. Çalışmamızda kullanılan EndoActivator ve ucu (Dentsply, Maillefer Ballaigues, İsviçre)



Şekil 2.11. Çalışmamızda kullanılan Eddy Aktivasyon ucu (VDW, GmbH, Munich, Almanya)

irrigasyon solüsyonları aktive edildi. Solüsyon taşıma miktarı mikroBT kullanılarak ölçüldü. Solüsyonun mikroBT’de görülebilmesi için radyoopak solüsyon olan

Oniyonix (monemfarma, Ankara, Türkiye) kullanıldı. Debris çıkışı ise solüsyon hacim ölçümlerinden sonra eppendorf tüpler etüvde bekletilip solüsyonlar buharlaştırıldıktan sonra hassas terazi ile ölçülerek hesaplandı.

2.3.1.Grup 1 (Protaper Gold, i-Tips İrrigasyon İğnesi)

Bu gruptaki dişler ProTaper Gold (Dentsply Maillefer) sistemi (Şekil) kullanılarak prepare edildi. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) endodontik motoru ile gerçekleştirildi (Şekil). Eğe üretici firmanın talimatları doğrultusunda “ProTaper Gold” programı kullanılarak çalışıldı. Öncelikle Sx ile koronal 1/3'lük kısım şekillendirildi. Daha sonra 15 numaralı eğe ile çalışma boyuna kadar ilerlendi. S1 ve S2 eğeleri kullanarak preparasyon yapılıp son olarak F1 ve F2 eğeler çalışma boyunda kullanılarak şekillendirme tamamlandı. Her eğe değişiminde 2,5ml'lik dental enjektör ve i-tips ucu kullanılarak irrigasyon yapıldı. İrrigasyon solüsyonu olarak taşan hacim miktarı hesaplanması için radyoopak solüsyon olan “Oniyonix”, irrigasyon esnasında kullanılan solüsyonun geri emilimi için dental suction kullanıldı. Egeleme işlemi bittikten sonra aktivasyon yapılmadan son kez 2 ml'lik radyoopak solüsyon ile irrigasyon yapılarak yıkama işlemi tamamlandı.

2.3.2.Grup 2 (Protaper Gold, Master Kon ile Manuel Dinamik Aktivasyon)

Bu gruptaki dişlerin şekillendirmesi Protaper Gold sistemi kullanılarak yapıldı. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda X-Smart Plus endodonti motoru ile “Protaper Gold” programı kullanılarak çalışıldı. Preparasyon sırasında her eğe değişiminde 2,5ml'lik dental enjektör ve i-tips ucu kullanılarak irrigasyon yapıldı. İrrigasyon solüsyonu olarak taşan hacim miktarı hesaplanması için radyoopak solüsyon olan “Oniyonix”, irrigasyon esnasında kullanılan solüsyonun geri emilimi için dental suction kullanıldı. Egeleme işlemi bittikten sonra kök kanal sistemi 2ml'lik radyoopak solüsyon ile yıkayıp aktivasyon işlemine geçildi.

Bu grupta solüsyon aktivasyonu için kullanılan son ege olan F2'ye uyumlu üretilmiş gütä perka kon ile apikalden 1 mm geri konumlanacak şekilde ileri- geri hareketler ile 1dk. boyunca manuel dinamik aktivasyon yapılarak işlem tamamlandı.

2.3.3.Grup3 (Protaper Gold, EndoActivator ile Aktivasyon)

Bu gruptaki dişlerin şekillendirmesi Protaper Gold sistemi kullanılarak yapıldı. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda X-Smart Plus endodonti motoru ile “Protaper Gold” programı kullanılarak çalışıldı. Preparasyon sırasında her ege değişiminde 2,5ml'lik dental enjektör ve i-tips ucu kullanılarak irrigasyon yapıldı. İrrigasyon solüsyonu olarak taşan hacim miktarı hesaplanması için radyoopak solüsyon olan “Oniyonix”, irrigasyon esnasında kullanılan solüsyonun geri emilimi için dental suction kullanıldı. Egeleme işlemi bittikten sonra kök kanal sistemi 2 ml'lik radyoopak solüsyon ile yıkanıp aktivasyon işlemine geçildi.

Bu grupta solüsyon aktivasyonu için EndoActivator (Dentsply, Maillefer), ve aktivatör uçlarından 25/04 boyutundaki plastik uç kullanılmıştır. Bir önceki grupta olduğu gibi aktivasyon ucu apikalden 1 mm geri olacak şekilde konumlandırılıp 1 dk. boyunca aktivasyon yapılarak işlem tamamlanmıştır.

2.3.4.Grup 4 (Protaper Gold, Eddy ile Aktivasyon)

Bu gruptaki dişlerin şekillendirmesi Protaper Gold sistemi kullanılarak yapıldı. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda X-Smart Plus endodonti motoru ile “Protaper Gold” programı kullanılarak çalışıldı. Preparasyon sırasında her ege değişiminde 2,5ml'lik dental enjektör ve i-tips ucu kullanılarak irrigasyon yapıldı. İrrigasyon solüsyonu olarak taşan hacim miktarı hesaplanması için radyoopak solüsyon olan “Oniyonix”, irrigasyon esnasında kullanılan solüsyonun geri emilimi için dental suction kullanıldı. Egeleme işlemi bittikten sonra kök kanal sistemi 2 ml'lik radyoopak solüsyon ile yıkanıp aktivasyon işlemine geçildi.

Bu grupta aktivasyon solüsyonu için Eddy (VDW, GmbH, Munich, Germany) sonik aktivasyon sistemi kullanılmıştır. Bu sistem içerisinde tek boyut aktivasyon ucu olan 25/04'lük uç ile apikalden 1 mm kısa konumlandırılarak 1dk. boyunca kök kanal sisteminde aktivasyon sağlanarak işlem tamamlanmıştır.

2.3.5.Grup 5 (WaveOne Gold, i-Tips İrrigasyon İğnesi)

Bu gruptaki dişler WaveOne Gold (Dentsply Maillefer) sistemi (Şekil) kullanılarak prepare edildi. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) endodontik motoru ile “WaveOne Gold” programı kullanılarak çalışıldı. Öncelikle 15# numaralı k tipi eğe ile çalışma boyuna kadar ilerlendi. Daha sonra “WaveOne Gold Glider File” ile çalışma boyuna kadar genişletildi. Ardından “WaveOne Gold Primary (25/07)” eğesi kullanılarak şekillendirme tamamlandı. Her 360° dönüş tamamlandığında 2,5ml'lik dental enjektör ve i-tips ucu kullanılarak irrigasyon yapıldı. İrrigasyon solüsyonu olarak taşan hacim miktarı hesaplanması için radyoopak solüsyon olan “Oniyonix”, irrigasyon esnasında kullanılan solüsyonun geri emilimi için dental suction kullanıldı. Eğeleme işlemi bittikten sonra aktivasyon yapılmadan son kez 2 ml'lik radyoopak solüsyon ile irrigasyon yapılarak yıkama işlemi tamamlandı.

2.3.6.Grup 6 (WaveOne Gold, Master Kon ile Manuel Dinamik Aktivasyon)

Bu gruptaki dişlerin şekillendirmesi WaveOne Gold sistemi kullanılarak yapıldı. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda X-Smart Plus endodonti motoru ile “WaveOne Gold” programı kullanılarak çalışıldı. Preparasyon sırasında her 360° dönüş tamamlandığında 2,5ml'lik dental enjektör ve i-tips ucu kullanılarak irrigasyon yapıldı. İrrigasyon solüsyonu olarak taşan hacim miktarı hesaplanması için radyoopak solüsyon olan “Oniyonix”, irrigasyon esnasında kullanılan solüsyonun geri emilimi için dental suction kullanıldı. Eğeleme işlemi bittikten sonra kök kanal sistemi 2 ml'lik radyoopak solüsyon ile yıkanıp aktivasyon işlemine geçildi.

Bu grupta solüsyon aktivasyonu için kullanılan son eğe olan “WaveOne Gold Primary”ye uyumlu üretilen güta perka kon apikalden 1 mm geri konumlanacak şekilde ileri- geri hareketler ile 1dk. boyunca manuel dinamik aktivasyon yapılarak işlem tamamlandı.

2.3.7.Grup 7 (WaveOne Gold, EndoActivator ile Aktivasyon)

Bu gruptaki dişlerin şekillendirmesi WaveOne Gold sistemi kullanılarak yapıldı. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda X-Smart Plus endodonti motoru ile “WaveOne Gold” programı kullanılarak çalışıldı. Preparasyon sırasında her 360° dönüş tamamlandığında 2,5ml’lik dental enjektör ve i-tips ucu kullanılarak irrigasyon yapıldı. İrrigasyon solüsyonu olarak taşan hacim miktarı hesaplanması için radyoopak solüsyon olan “Oniyonix”, irrigasyon esnasında kullanılan solüsyonun geri emilimi için dental suction kullanıldı. Eğeleme işlemi bittikten sonra kök kanal sistemi 2ml’lik radyoopak solüsyon ile yıkanıp aktivasyon işlemine geçildi.

Bu grupta solüsyon aktivasyonu için EndoActivator (Dentsply, Maillefer), ve aktivatör uçlarından 25/04 boyutundaki plastik uç kullanılmıştır. Bir önceki grupta olduğu gibi aktivasyon ucu apikalden 1 mm geri olacak şekilde konumlandırılıp 1 dk. boyunca aktivasyon yapılarak işlem tamamlanmıştır.

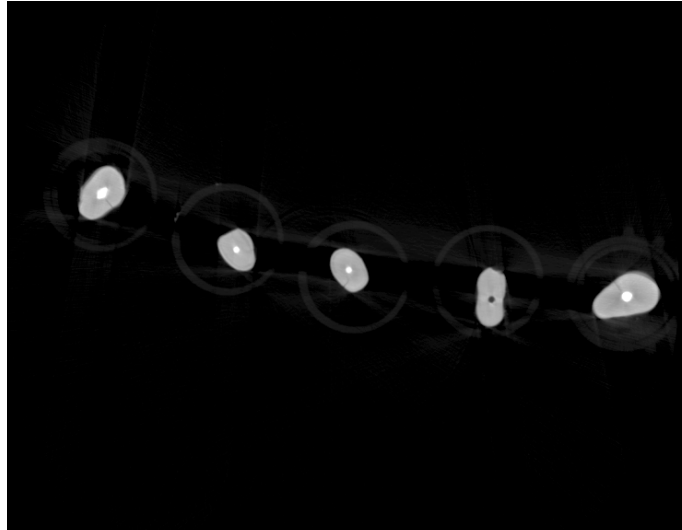
2.3.8.Grup 8 (WaveOne Gold, EDDY ile Aktivasyon)

Bu gruptaki dişlerin şekillendirmesi WaveOne Gold sistemi kullanılarak yapıldı. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda X-Smart Plus endodonti motoru ile “WaveOne Gold” programı kullanılarak çalışıldı. Preparasyon sırasında her 360° dönüş tamamlandığında 2,5ml’lik dental enjektör ve i-tips ucu kullanılarak irrigasyon yapıldı. İrrigasyon solüsyonu olarak taşan hacim miktarı hesaplanması için radyoopak solüsyon olan “Oniyonix”, irrigasyon esnasında kullanılan solüsyonun geri emilimi için dental suction kullanıldı. Eğeleme işlemi bittikten sonra kök kanal sistemi 2 ml’lik radyoopak solüsyon ile yıkanıp aktivasyon işlemine geçildi.

Bu grupta aktivasyon solüsyonu için Eddy (VDW, GmbH, Munich, Germany) sonik aktivasyon sistemi kullanılmıştır. Bu sistem içerisinde tek boyut aktivasyon ucu olan 25/04'lük uç ile apikalden 1 mm kısa konumlandırılarak 1dk. boyunca kök kanal sisteminde aktivasyon işlemi tamamlanmıştır.

2.4.Taşan Solüsyon Hacminin Belirlenmesi

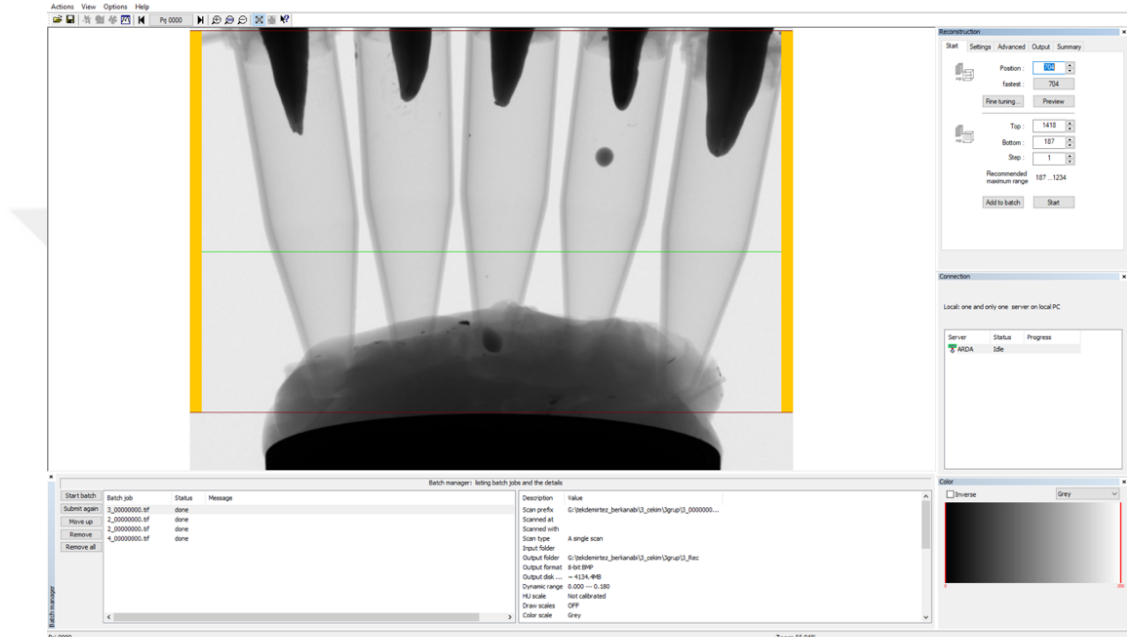
Çalışmamızda her bir örnek numaralandırılmış eppendorf tüplere yerleştirilmiştir. Eppendorf içerisinde bulunan örneklerin taşan solüsyon hacminin belirlenmesi için preparasyonu ve irrigasyon aktivasyonu tamamlandıktan sonra bekletilmeden yüksek çözünürlükte taranmak üzere mikroBT (Bruker microCT Skyscan 1275, Kontich, Belçika) cihazına ortodontik muma sabitlenerek yerleştirildi. Cihazın X ışını kaynağı 35kVp ve 231mA olacak şekilde ayarlanmıştır. Her bir örnek 0,2° rotasyonla 360° boyunca ışınlanmıştır. Her görüntü 49 milisaniye boyunca ve her fotoğraf 3 kez pozlanmıştır. Taramalar piksel boyutu 35 µm olacak şekilde yapılmıştır. Taramalar sonunda aksiyal görüntüler elde edilmiştir (Şekil 2.7.).



Şekil 2.12. MikroBT kullanılarak alınmış aksiyel görüntüler

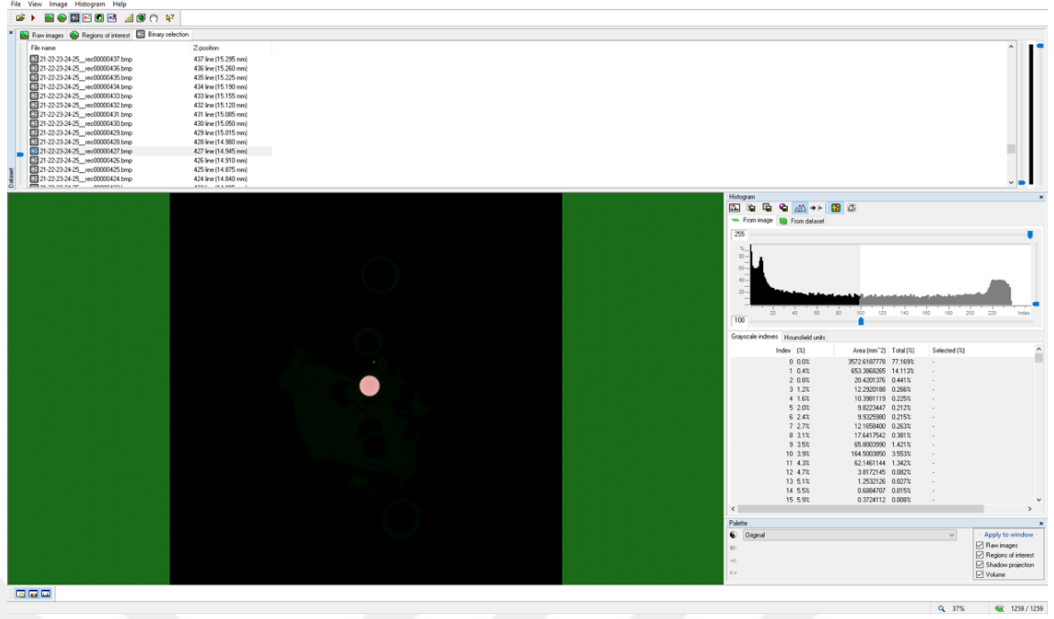
Örneklerin 3 boyutlu görüntülenebilmesi için yapılandırma işlemi NRecon (ver.1.7.4.6, Skyscan, Kontich, Belgium) yazılımı ile yapıldı. NRecon; mikroBT

taramaları ile elde edilen ham görüntüleri birleştirerek her örneğin iç yapısını 3 boyutlu olarak görüntülenmesi ve analiz yapılabilir hale getirilmesini sağlayan bir yazılım türüdür. 3 boyutlu hale getirme aşamasında oluşan artefaktların azaltılabilmesi ya da yok edilmesi için ring artefakt correction 7, yumuşatma parametresi 3, beam-hardening %38 olarak belirlenmiş ve görüntülerin sadece örnekleri temsil edebilmesi için minimum ve maksimum limit 0- 0,2 arasında tutulmuştur (Şekil 2.8.).



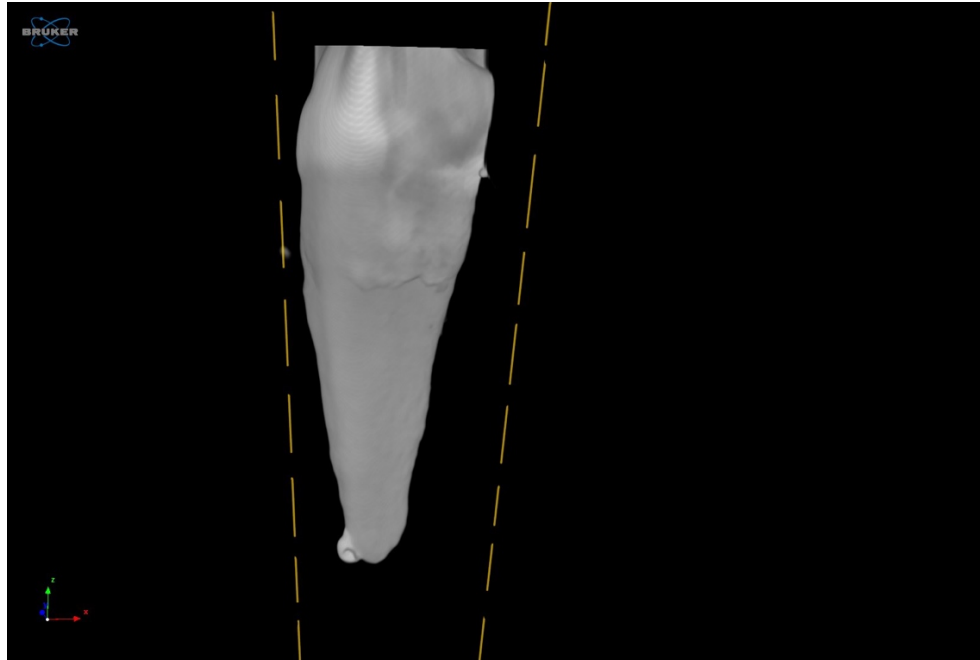
Şekil 2.13. NRecon ile yapılandırılmış görüntüler

Yapılandırma işlemi sonrasında analizler CTAn Version1.23.0 (Kontich, Belçika) yazılımı aracılığıyla yapılmıştır (Şekil 2.9.). Analizlerde her örnek için incelenmek istenen alanı içeren bölgeler (ROI) oluşturulmuş ve bu bölgeler aracılığıyla taşan solüsyon hacmi belirlenmiştir. Analizler yapılırken gri skala kullanılmıştır. Sadece solüsyon hacminin hesaplanabilmesi için skala 100-255 arasında tutulmuştur. Bu şekilde diğer malzemelerden gelen veriler göz ardı edilmiştir.

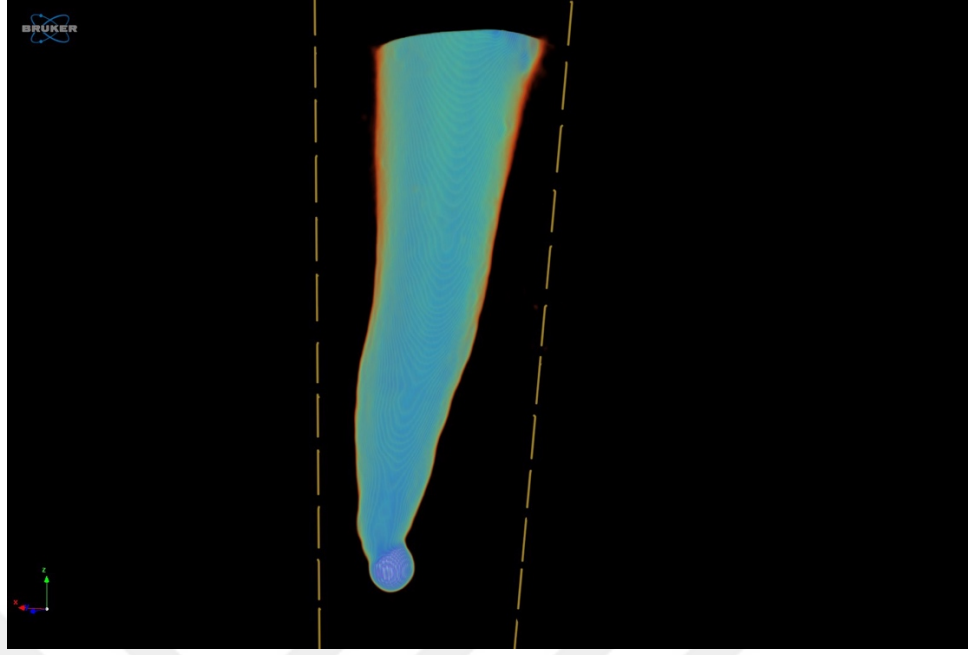


Şekil 2.14. CTAn programı ile analiz görüntüsü

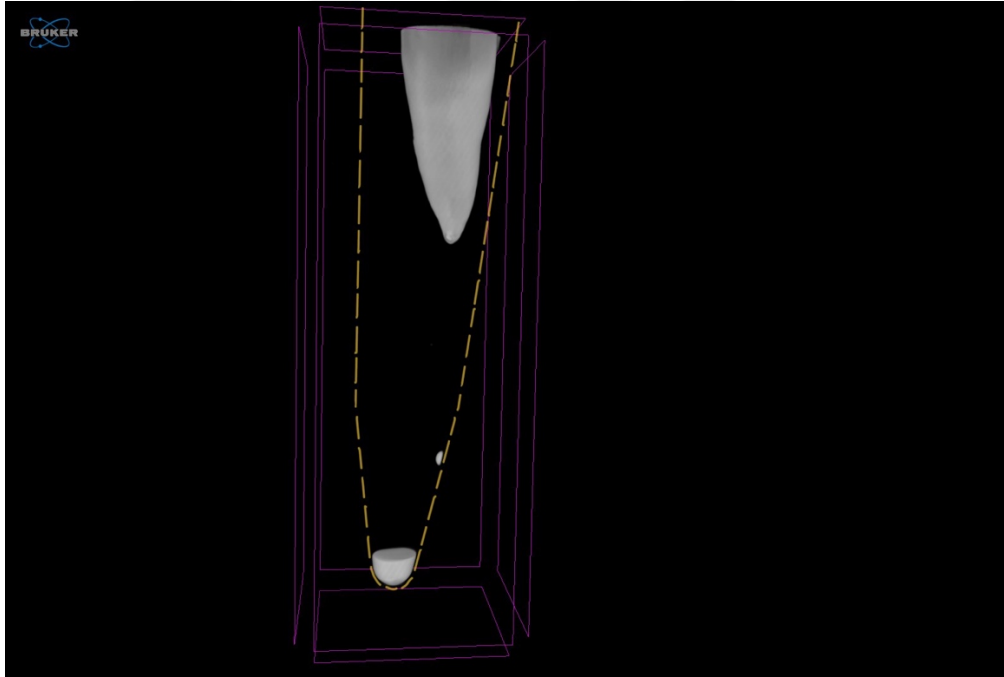
Örneklerin 3 boyutlu yapılarının görüntülenmesi ve fotoğraf oluşturulabilmesi amacıyla CTBox 3.3.1 version yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım hacim oluşturma (volume rendering) kullanarak 2 boyutlu fotoğraflardan 3 boyutlu görüntü verebilmektedir.



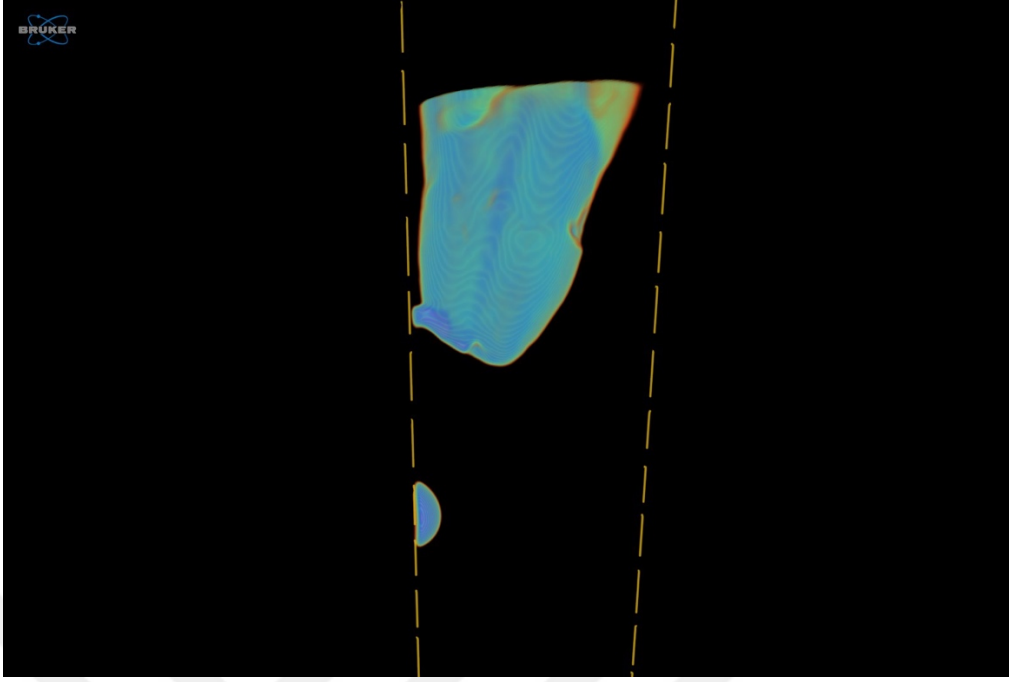
Şekil 2.15. 1. Grup mikroBT görüntüsü



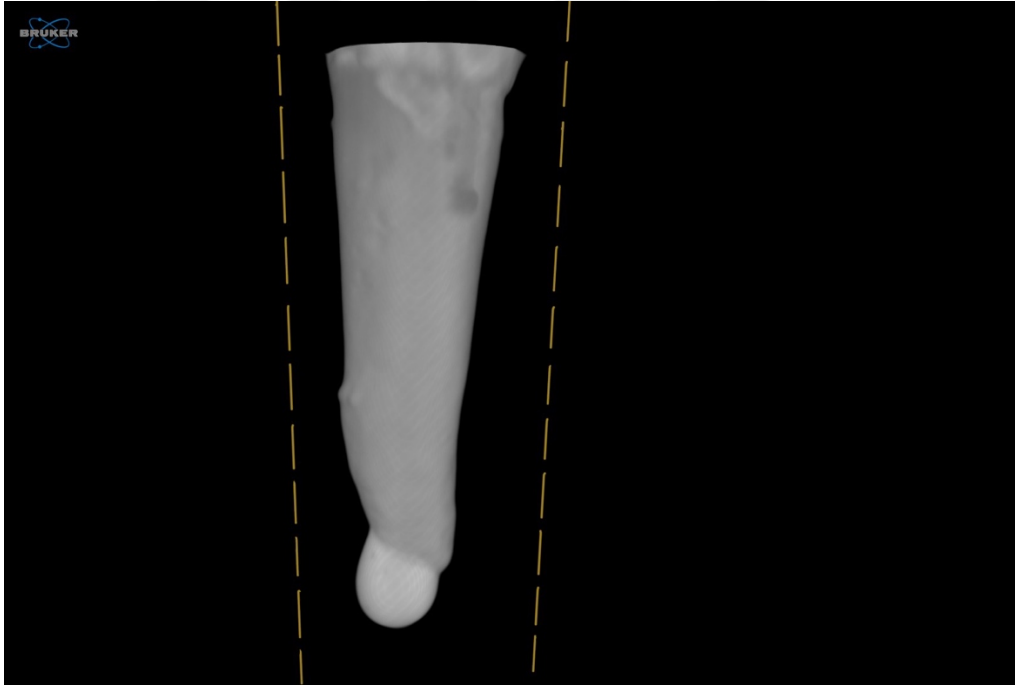
Şekil 2.16. 2. Grup mikroBT görüntüsü



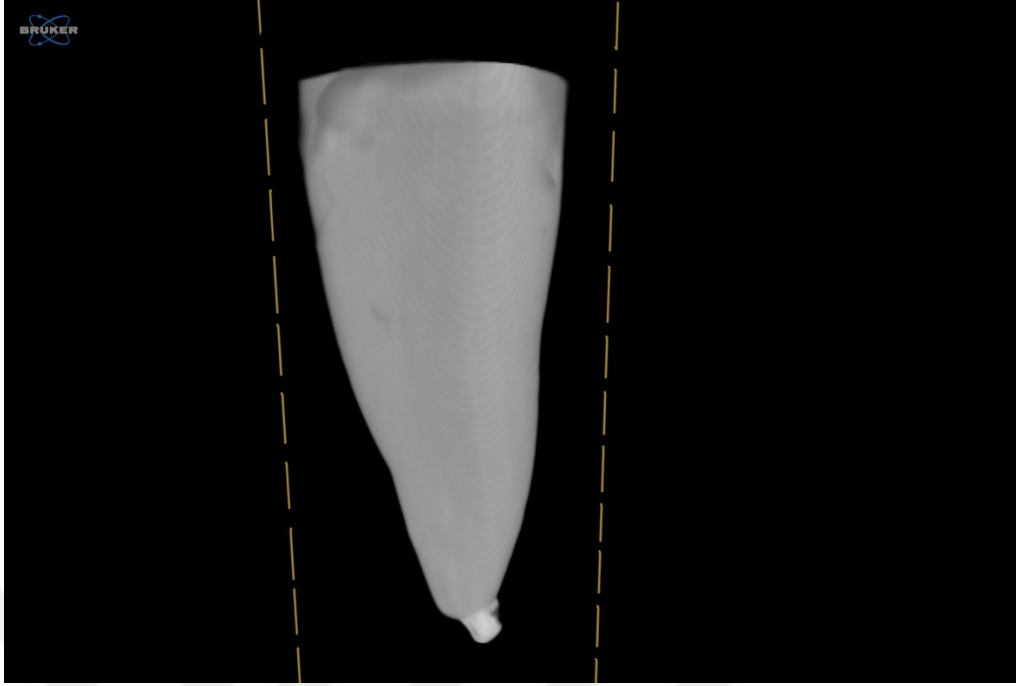
Şekil 2.17. 3. Grup mikroBT görüntüsü



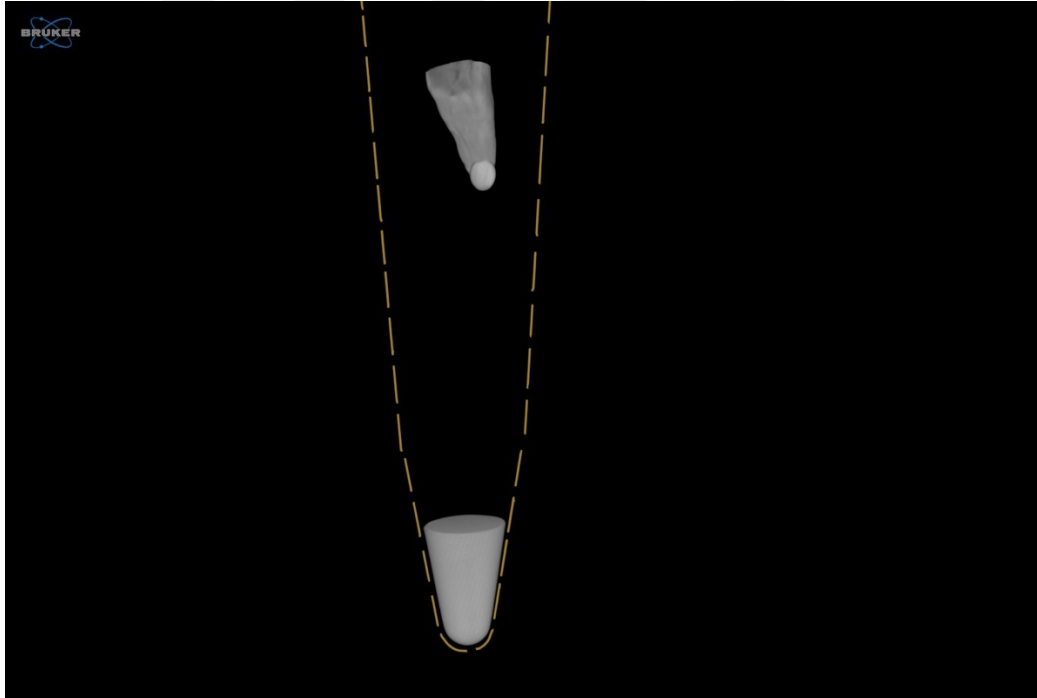
Şekil 2.18. 4. Grup mikroBT görüntüsü



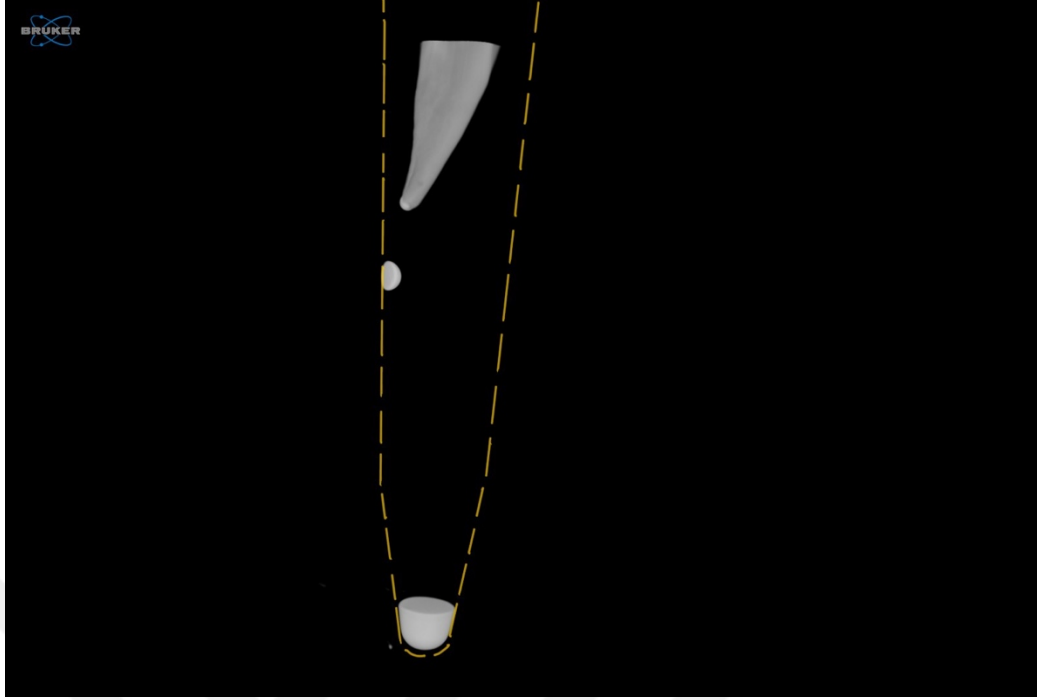
Şekil 2.19. 5. Grup mikroBT görüntüsü



Şekil 2.20. 6. Grup mikroBT görüntüsü



Şekil 2.21. 7. Grup mikroBT görüntüsü



Şekil 2.22. 8. Grup mikroBT görüntüsü

2.5. Taşan Debris Miktarının Belirlenmesi

Şekillendirme işlemi ve taşan solüsyon hacmi belirleme için yapılan mikroCT taramaları tamamen bittiğinde kullanılan eppendorf tüpler kapağı açık şekilde 5 gün boyunca 68° sıcaklıktaki etüvde (Nüve FN-500; Yapılcın Ltd, Şti, Ankara, Türkiye) bekletilerek tüplerin içindeki yıkama solüsyonlarının buharlaşması sağlandı. Sıvı buharlaştırıldıktan sonra kuru debris içeren eppendorf tüpler hassas terazide her tüp 3 kez tartılarak bu değerlerin ortalamaları alındı.

Elde edilen ağırlık ortalaması son ağırlık olarak belirlendi. Taşan debris miktarının ağırlığının hesaplanması için son ağırlıktan ilk ağırlık (tüplerin boş ağırlıkları) çıkarılarak taşan derbisin ağırlığı saptandı.

2.6.Sonuçların İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Araştırmada kullanılacak istatistiksel analizler IBM SPSS 20.0 (Chicago, IL, USA) paket programı ile incelendi. Elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu görsel (Histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler kullanılarak değerlendirildi. Deneylerin sonucunda alınan değerler Kolmogorov Smirnov testine göre normal dağılıma uymadığı tespit edilip veri dönüştürme işlemi kullanıldı ve veriler arasında normal dağılım sağlandı. Taşma miktarları ve taşma hacimlerinin gruplar arasında karşılaştırılmasında “Çift Yönlü Varyans” analizi kullanıldı. Değerlendirmelerde istatistiksel anlamlılık sınırı olarak $p < 0,05$ kabul edildi.



3.BULGULAR

Her grupta 10 örnek olan 8 farklı deney gruplarının kök kanal tedavisi sırasında kullanılan iki farklı döner alet sisteminin ve dört farklı irrigasyon aktivasyon yönteminin apikalden taşan solüsyon hacmini ve apikalden taşan debris miktarını incelediğimiz çalışmamızda verilerin istatistiksel değerlendirmeleri yapılmıştır.

1. Grup: Protaper Gold NiTi Döner Eğe Sistemi ve i-Tips İrrigasyon Enjektör Ucu ile aktivasyonsuz yıkama (Kontrol Grubu)
2. Grup: Protaper Gold NiTi Döner Eğe Sistemi ve Master Kon ile Manuel Dinamik Aktivasyon
3. Grup: Protaper Gold NiTi Döner Eğe Sistemi ve EndoActivator Aktivasyonu
4. Grup: Protaper Gold NiTi Döner Eğe Sistemi ve EDDY ile Aktivasyon
5. Grup WaveOne Gold NiTi Döner Eğe Sistemi ve i-Tips İrrigasyon Enjektör Ucu ile aktivasyonsuz yıkama (Kontrol Grubu)
6. Grup: WaveOne Gold NiTi Döner Eğe Sistemi ve Master Kon ile Manuel Dinamik Aktivasyon
7. Grup: WaveOne Gold NiTi Döner Eğe Sistemi ve EndoActivator Aktivasyonu
8. Grup: WaveOne Gold NiTi Döner Eğe Sistemi ve EDDY ile Aktivasyon

Çift Yönlü Varyans Analizi Testi sonuçlarına göre Çizelge 3.1’de aktivasyon sistemlerine taşan solüsyon hacim ortalama değerleri ve standart sapmaları gösterilmektedir (Çizelge3.1). Bu gruplar içerisinde sadece i-Tips ile yıkama yapılan gruplar kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Daha sonrasında yapılan Çift Yönlü Varyans Analizi Testi sonucunda kullanılan aktivasyon sistemlerinin taşan solüsyon miktarına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, kullanılan eğe sistemleri ve eğe-aktivasyon sistem kombinasyonlarının taşan solüsyon hacmine etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur (Çizelge 3.2). Ayrıca kullanılan aktivasyon sistem grupları arasında da gruplar arasında anlamlı fark bulunmuş olup en çok solüsyon taşıran aktivasyon sisteminin “Manuel dinamik aktivasyon sistemi” olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu, “EndoActivator” ve

“Eddy” grubu arasında anlamlı bir fark olmadığı, “Eddy” ile aktivasyon grubunun ise Endoactivator aktivasyon grubu ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla solüsyon taşıdığı bulunmuştur (Çizelge3.3). Şekil 3.1.’de aktivasyon sistemlerine göre taşan solüsyon hacimlerinin şematik dağılımı gösterilmektedir (Şekil3.1.).

Çizelge3.1. Taşan solüsyon hacimlerinin kullanılan eğe ve aktivasyon sistemlerine göre ortalama değerleri ve standart sapmaları gösterilmektedir.

Kullanılan Eğe Çeşidi	Aktivasyon Şekli	Ortalama Değerleri (mm ³)	Standart Sapma
Protaper Gold	i-Tips	7.2842	4.27653
	Manuel Dinamik Aktivasyon	12.3829	3.29846
	EndoActivator	7.5255	3.37302
	Eddy	11.6400	2.64724
	Toplam	9.7081	4.06121
WaveOne Gold	i-Tips	9.6908	4.43629
	Manuel Dinamik Aktivasyon	11.6577	5.50116
	EndoActivator	9.6615	3.04501
	Eddy	9.8500	4.95882
	Toplam	10.2150	4.47845

Çizelge 3.2. Gruplar içerisinde anlamlılık düzeyini tespit etmek için deney sonuçlarından hesaplanan p değerleri (Taşan solüsyon hacimleri için)

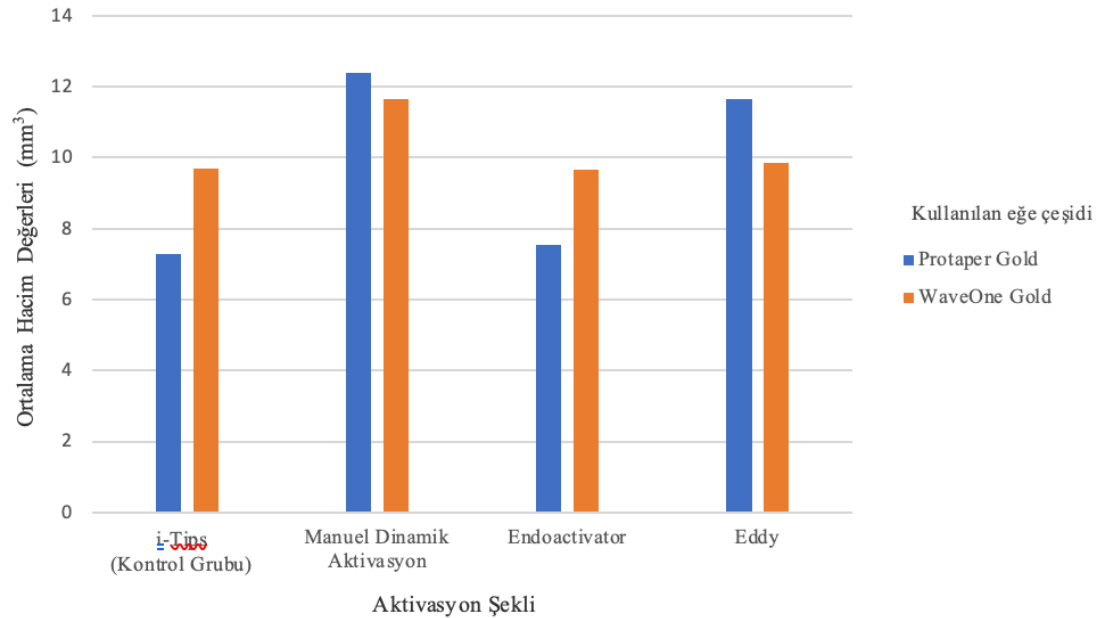
	p Değerleri
Kullanılan Eğe Sistemi	0.578
Kullanılan Aktivasyon Sistemi	0.017*
Kullanılan Eğe ve Aktivasyon Sistemlerinin Birbiri ile İlişkisi	0.273

Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. Aktivasyon yöntemleri gruplarına yapılan post hoc Tukey testi sonuçları

Aktivasyon Şekli (I)	Aktivasyon Şekli (II)	p Değerleri
Kontrol Grubu (i-Tips)	Manuel Dinamik Aktivasyon	0.036*
	EndoActivator	0.300
	Eddy	1.000
Manuel Dinamik Aktivasyon	Kontrol Grubu (i-Tips)	0.036*
	EndoActivator	0.045*
	Eddy	0.753
EndoActivator	Kontrol Grubu (i-Tips)	1.000
	Manuel Dinamik Aktivasyon	0.045*
	Eddy	0.045*
Eddy	Kontrol Grubu (i-Tips)	0.300
	Manuel Dinamik Aktivasyon	0.045*
	EndoActivator	0.045*

Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Taşan solüsyon hacimlerinin gruplara göre dağılımını gösteren şema

Yaptığımız çalışmada, taşan debris ağırlıkları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Apikalden taşan debris miktarı sonuçlarına göre debris çıkışı ProTaper Gold (Dentsply Maillefer) grubu ile WaveOne Gold (Dentsply Maillefer) grubunda birbirine benzer bir dağılım göstermiştir. Çizelge 3.4.'te grupların ortalama değerleri ve standart sapmaları gösterilmiştir (Çizelge 3.4.). Çift Yönlü Varyans Analizi Testi Sonuçlarına göre grupların p değerleri Çizelge 3.5.'te gösterilmektedir (Çizelge 3.5.). Şekil 3.2. ise şekillendirme sistemlerine göre debris ağırlığı miktarının şematik dağılımı gösterilmektedir. Gruplar dengeli dağıldığı ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı için post hoc testleri yapılmamıştır.

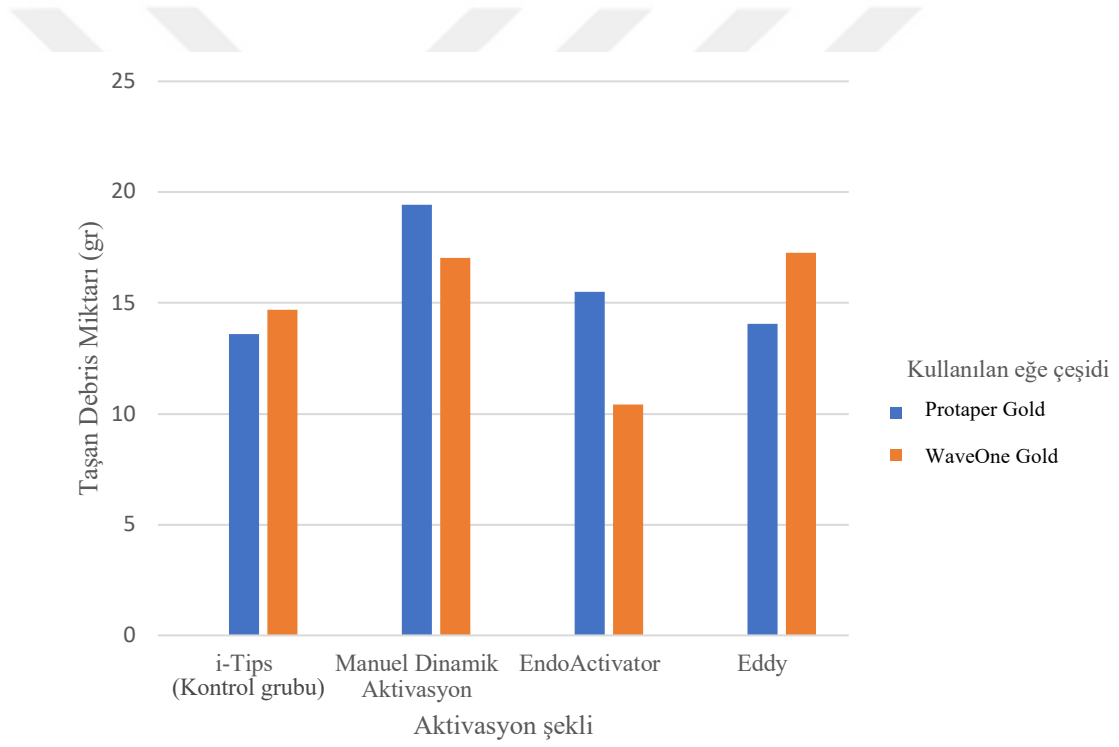
Çizelge 3.4. Taşan debris miktarlarının kullanılan eğe ve aktivasyon sistemlerine göre ortalama değerleri ve standart sapmaları

Kullanılan eğe çeşidi	Aktivasyon şekli	Ortalama Değerleri (gr)	Standart Sapma
Protaper Gold	i-Tips	13.6016	5.27016
	Manuel Dinamik Aktivasyon	19.4217	6.41142
	EndoActivator	15.5107	3.30301
	Eddy	14.0532	3.18096
	Toplam	15.6468	5.11181
WaveOne Gold	i-Tips	14.7007	8.25231
	Manuel Dinamik Aktivasyon	17.0413	6.91169
	EndoActivator	10.4239	10.29257
	Eddy	17.2703	3.04372
	Toplam	14.8590	7.81580
Protaper Gold WaveOne Gold	i-Tips	14.1511	6.76258
	Manuel Dinamik Aktivasyon	18.2315	6.60236
	EndoActivator	12.9673	7.88403
	Eddy	15.6618	3.45034
	Toplam	15.2529	6.57372

Çizelge 3.5. Gruplar içerisinde anlamlılık düzeyini tespit etmek için deney sonuçlarından hesaplanan p değerleri (Taşan debris miktarı için)

	p Değerleri
Kullanılan Eğe Sistemi	0.580
Kullanılan Aktivasyon Sistemi	0.610
Kullanılan Eğe ve Aktivasyon Sistemlerinin Birbiri ile İlişkisi	0.177

Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Taşan debris miktarlarının gruplara göre dağılımını gösteren şema

4.TARTIŞMA

1980 yılında ortaya çıkan mikroBT mikron voksel düzeyinde çözünürlük elde edebilen sağlık, biyoloji ve mühendislik gibi birçok alanda kullanılan tarama cihazlarıdır. Çözünürlük ve görüntü kalitesine göre tarama süresi değişebilmektedir (8 dakika-3 saat). Cihazın verdiği radyasyon düzeyinin fazlalığı ve artan tarama süresi sebebi ile canlı üzerinde uygulanamamakta sadece klinik araştırmalar için kullanılmaktadır. Aynı zamanda taranan nesnenin görüntüsünün net elde edilebilmesi için örneklerin cihaz içerisinde stabil durması gerekliliği klinik araştırmalarda kullanımını hala kısıtlı düzeyde tutmaktadır (Hutchinson ve ark., 2017).

MikroBT'lerin çalışma prensibi medikal BT'lere benzerdir. Her ikisinde de ilgili nesneye X ışını yönlendirilir ve ışına duyarlı dedektörler, 3 boyutlu (3D) veri elde edebilmek için nesne tarafından emilmeyen foton sinyallerini kaydeder. Yazılım ile son işleme teknikleri (filtreleme vs.) uygulandıktan sonra görüntü elde edilmektedir (Hutchinson ve ark., 2017). MikroBT, dokunun herhangi bir düzlemde sanal olarak kesitlere ayrılması ve farklı doku kompartmanlarının 3 boyutlu incelenmesini sağlamaktadır. Yapılan araştırmalara göre mikroBT kullanım alanları içerisinde en yüksek yüzdeye sahip olan alan diş hekimliğidir. Endodontik tedavilerde ise mikroBT; diş morfolojilerinin tespiti, kullanılan materyallerde pörozite varlığı, farklı kavite hazırlama tekniklerinin değerlendirilmesinde, kök kanal morfolojisinin preparasyon öncesi ve sonrasına göre değişiminin tespitinde, kullanılan preparasyon aletlerinin etkinliklerinin değerlendirilmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Campioni ve ark., 2020). Endodontide ve birçok klinik çalışmada sağladığı avantajın yanı sıra bu cihazın pahalılığı ve kullanım zorluğu bu sistemin kısıtlamaları arasındadır (Hutchinson ve ark., 2017).

MikroBT medikal klinik çalışmalarda kullanılırken bazı dokuların ayırt edilebilmesinde yaşanabilecek kontrast problemi sebebiyle doku kontrast ajanları kullanılmaktadır. MikroBT çalışmalarında kullanılmak üzere önerilen doku kontrast maddeleri arasında iyot preparatları (çözünmüş iyodin içeren etanol veya metanol, potasyum iyodid), fosfotungstik asit, fosfomolibdik asit, osmiyum tetroksit ve metal

bazlı karışımlar (nanopartiküller) bulunmaktadır (Metscher, 2009; Yin ve ark., 2013). Bu sebeple çalışmamızda doku kontrast materyal olarak iyoheksol içerikli Oniyonix (monemfarma, Ankara, Türkiye) kullanılmıştır. Oniyonix, noniyonik kontrast bir materyaldir (Levorstad ve ark., 1989). MikroBT’de radyoopak görüntü oluşturarak taşan solüsyon miktarını hesaplamamızı sağlaması, kolay ulaşılabilir ve ucuz olması sebebi ile tercih edilmiştir.

Dos Reis ve ark.’nın (2020) immature dişlerde aktivasyon yöntemlerinin apikalden solüsyon çıkışına etkisinin karşılaştırdığı çalışmada doku kontrastı olarak iyot içerikli Ioditrast 76 (Justesa Imagen Mexicana, Tlalpan, Meksika) solüsyonunu kullanarak mikroBT ile tarayarak değerlendirmişlerdir. Versiani ve ark. (2015) ise yine aynı doku kontrast solüsyonu kullanarak irrigasyon solüsyonunun kök kanallarında tüm alana ulaşip ulaşmadığını değerlendirmiş ve kullanılan bu doku kontrast materyallerin sodyum hipoklorit ile benzer fizikokimyasal özelliğe sahip olduğu bildirilmişlerdir. Nangia ve ark.’nın (2020) aktivasyon sistemlerine göre solüsyonun kök kanal sistemine penetrasyonunu değerlendirdiği çalışmada NaOCl ile benzer fiziksel özelliklere sahip olduğu belirtilen doku kontrast materyali olarak “Iohexol” kullanılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız “Oniyonix” de yukarıda belirttiğimiz solüsyonlar ile benzer veya aynı kimyasal içeriğe sahip olduğu için tercih edilmiştir.

Apikalden debris çıkışının araştırıldığı çalışmalarda çeşitli metodolojiler kullanılmaktadır (Tanalp, 2022). Bunlardan en sık kullanılanı ve en eski olanı Myers ve Montgomery tarafından tanımlanmış sistemdir. Bu sistemde eppendorf tüpe yerleştirilmiş bir diş ve bu ikilinin de oturtulduğu cam bir kap bulunmaktadır (Myers ve Montgomery, 1991). Apikalden taşan solüsyon, debris veya mikrobiyolojik çalışmalarda örnekler değerlendirilecek materyale uygun bir düzenek ile eppendorf tüplerin içine yerleştirilmektedir. Bu sistemler debris çıkışının test edilmesi için rutin kullanılan ve etkili olan çalışmalar olmasına rağmen eppendorf tüpü içerisinde periapikal dokuların taklit edilememesi, canlı dokunun ortamda oluşturduğu basıncın çalışma esnasında oluşturulamaması bu çalışmalar için kısıtlayıcı unsurlardır (Tanalp ve Güngör, 2014). Ayrıca taşan debris miktarının karşılaştırılması sırasında çok küçük

değerler karşılaştırıldığı için çok hassas bir ölçümdür. Bu yüzden sonuçlarda dışarıdan gelen herhangi bir kontaminasyonun sapmalara ve hatalara sebep olması dezavantajlarından (Tanalp, 2022). Bazı araştırmacılar periapikal dokuları taklit etmek için eppendorf tüpün içerisini jel agar ile doldurmuşlardır (Dos Reis ve ark., 2020; Keskin ve Sarıılmaz, 2018). Bizim çalışmamızda hem apikalden taşan debrisin hassas ölçümü hem de taşan solüsyon hacminin doğru tespiti için agar jel kullanılmamıştır. Ayrıca mikroBT ile yapılması gereken hacimsel ölçüm için de çalışma kolaylığı ve boyutsal uygunluğu açısından sadece eppendorf tüp kullanılması tercih edilmiştir.

Çalışmamızda, oluşturduğumuz metodolojide; tek köklü tek kanallı mandibular premolar dişler kullanılmıştır. Myers ve Montgomery'nin yaptığı çalışmada ve bunu takip eden birçok çalışmada örnekler arasında belirli bir standardizasyon sağlamak amacıyla genellikle tek köklü, tek kanallı ve eğrilik derecesi 25 dereceden küçük dişler tercih edilmiştir (Kfir ve ark., 2018; Myers ve Montgomery, 1991). Bizim çalışmamızda da; çok köklü ve eğrilik derecesi fazla olan dişler ile rezorpsiyonlu, kök yüzeyinde kırık bulunan ve olgunlaşmamış köke sahip dişler çalışma dışında bırakıldı. Bugüne kadar yapılan çalışmaların bir kısmında çalışma boyunun standardizasyonu için dişler mine-sement hizasından kesilmiştir (Arslan ve ark., 2016), bir kısmında ise sadece bukkal tüberküllerinden kısaltma yapılarak standardizasyon sağlanmıştır (Uzunoglu ve Turker, 2016). Çalışmamızda solüsyon aktivasyonu ile apikalden çıkış değerlendirildiği için klinik prosedürlerinin taklidinin yapılması, aktivasyon sırasında solüsyona havuz oluşturması için koronal kısımda herhangi bir kısaltma veya dekorasyon yapılmamıştır. Çalışma boyu standardizasyonu için diş boyları; mine-sement sınırından apikale kadar olan kısım ölçülüp kök uzunlukları birbirine eşit dişler kullanılmıştır.

Zhang ve ark.'nın (2018) yaptığı sistematik derlemede; diş tipi, kök kanal sisteminin karmaşık yapısı, çalışma uzunluğu, kullanılan şekillendirme sistemi, apikal şekillendirme sınırı, apikal debris tıkaçı oluşumu, yıkama solüsyonunun tipi ve miktarı, yıkama solüsyonunun uygulanmasında kullanılan yöntem gibi birçok faktörün apikalden debris çıkışını etkileyebileceği belirtmiştir. Bu sebeple biz de yaptığımız

çalışmamızda eğeleme ve irrigasyon aktivasyon sistemlerinin apikalden materyal çıkışını ayrı ayrı ve/veya beraber etkileyip etkilemediğini değerlendirmek amacıyla iki parametre kullandık.

Döner eğelerle yapılan çalışmalarda tüm sistemlerin ve tekniklerin apikalden debris çıkışına sebep olduğu ancak çıkan debris miktarının kullanılan eğe sistemi ve tekniğe göre değiştiğini bildirmişlerdir (Bürklein ve Schäfer, 2012). Çalışmamızda kullandığımız Protaper Gold devamlı rotasyon hareket yaparken WaveOne Gold resiprokasyon hareketi yapmaktadır. Her iki eğe de üretildikten sonra tekrar ısıtılıp soğutulmakta ve işlem sonucunda eğeler altın rengini almaktadır. Üretici firma bu durumun eğelere daha fazla esneklik ve döngüsel yorulma direnci sağladığını söylemektedir. İki eğe tipi arasındaki çalışma sistemlerindeki farklılık ve preparasyon sırasında kullanılan alet sayısı farkının apikalden çıkan materyal miktarında bir farklılık yaratıp yaratmadığını değerlendirmek için kullanılmıştır. Ancak günümüzde her iki eğe grubu ile benzer çalışma sistemine ve aynı alet sayısına sahip birçok sistem bulunmaktadır. Bu yüzden gelecek çalışmalarda değerlendirilmesi ve kıyaslanması gereken birçok eğe sistemi bulunmaktadır.

Kök kanal tedavisi sırasında yapılan irrigasyonun apikalden debris taşmasını arttırabileceği nedeniyle yapılan deneylerde debris miktarının hesaplanması için sıvının öncesinde buharlaştırılması gerekmektedir (Tanalp ve Güngör, 2014). Kanalların şekillendirmesi sırasında NaOCl varlığının kanallar içerisinde tuz oluşturduğu bu sebeple taşan debris miktarında artış olduğu gözlenmiştir. Bu oluşumu ortadan kaldırmak amacı ile farklı solüsyonlar kullananlar olduğu gibi klinik uygulamaya uygun olması amacı ile NaOCl kullanılmış çalışmalar mevcuttur (Tanalp ve Güngör, 2014). Çalışmamızda kullandığımız doku kontrast solüsyonun yapılan preparasyon ile tuz oluşturabilirliği ya da debris miktarına ekstrasdan bir katkısı olup olmadığı bilinmemektedir.

Kök kanal preparasyonu sırasında yapılan iğne ile yıkama işlemi rutin ve güvenli bir yöntem olmakla beraber karmaşık kök kanal anatomisine sahip dişlerde yan ve aksesuar kanallara, istmuslara girememesi sebebi ile yetersiz kalmaktadır (Mancini ve

ark., 2013). İyi temizlenmiş bir kök kanal sistemine ulaşabilmek hem mikrobiyal temizlik sağlamakta hem de kök kanal tedavisinin başarısını yükseltmektedir. Bu amaçla irrigasyon solüsyonun kök kanal sistemindeki etkinliğini artırmak, preparasyon ile temizlenememiş/ulaşılamamış bölgelere ulaşmak amacı ile birçok aktivasyon sistemi geliştirilmiştir (Gu ve ark., 2009). Tüm bu aktivasyon sistemleri kök kanal tedavisinde başarıyı anlamlı düzeyde arttırırken araştırmacılar için apikalden solüsyon taşırayabileceği tartışma konusu olmuş, birçok sistem ve teknik araştırılmıştır (Charara ve ark., 2016; Dos Reis ve ark., 2020; Vidas ve ark., 2020). Bizde çalışmamızda irrigasyon iğnesini kontrol grubu olarak kullanarak manuel dinamik aktivasyon, EndoActivator ve Eddy sistemlerinin apikalden ne kadar solüsyon taşırdığını inceledik. Manuel dinamik aktivasyon konvansiyonel , maliyetsiz ve kolay uygulanabilir olduğu için tercih edildi. EndoActivator sonik titreşimler ile çalışan bir sistem olduğu, Eddy'nin ise sonik bir sistem olmakla beraber 3 yönlü hareket edebildiği bu sebeple de pasif ultrasonik aktivasyon yaptığı savunulduğu için çalışmamıza dahil edilmiştir.

Çalışmamız sonucunda apikalden debris taşıdığı görülmüş olup kullandığımız iki eğe sistemi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bunun sebebi kullanılan iki eğe sisteminin de üretici firma tarafından apikal debris çıkısını azaltması amaçlı yapılmış metalürjik ve fiziksel iyileştirilmeler olabilir. Karataş ve ark.'nın (2016) yaptığı çalışmada her iki eğe sisteminin ısıtma işlem görmemiş halleri olan Protaper Universal ile WaveOne' ı ısıtma işlem görmüş versiyonu olan Protaper Gold ve WaveOne Gold'u kıyaslamış ve Protaper Gold ve WaveOne Gold'un apikalden daha az debris taşırdığını bulmuşlardır. Yine aynı çalışmada Protaper Gold ve WaveOne Gold arasında apikalden debris taşıma miktarında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Karataş ve ark., 2016). Yakın zamanda aynı eğe grubu ile apikalden debris taşıma miktarına bakılan başka bir çalışmada Protaper Gold ve WaveOne Gold grubunun daha az debris taşırdığı bulunmuştur (Youssef ve ark., 2020). Ayrıca Gold eğelerin ısıtma işlem görmüş olması sebebiyle apikalden daha az debris taşırdığını savunmuşlardır.

Preparasyon esnasında apikalden materyal çıkışı ile bakteriyel bir taşınım söz konusudur. Hem taşınan materyallerin hem de bununla beraber gelişen bakteriyel çıkış

ile hastada işlem sonrası ağrı gelişmektedir. Zan ve ark.'nın (2016) apikalden çıkan bakteri miktarını karşılaştırdığı çalışmada ise Protaper Gold ve WaveOne Gold eğelerinin diğer ege sistemlerine göre apikalden daha az bakteri çıkışına sebep olduğu bulunmuştur. Hatta bu sebeple Gold sistemlerinin başarılı bir endodontik tedavi için tercih edilmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Kök kanal tedavisinde preparasyonun apikal sınırı endodontide tartışmalı bir konudur. Bu zamana kadar yapılmış çalışmalar preparasyonun tam apikalde veya apikalden 1 mm kısa bitirilmesi arasında anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir (Teixeira ve ark., 2015). Hatta yine aynı çalışmada çalışma boyunun apikalden debris taşınmasına etkisini incelemiş olup çalışma boyunun da bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir (Teixeira ve ark., 2015). Ancak apikal açıklık ve çalışma boyunun apikalden debris taşınmasına etkisini değerlendiren çalışmalar sayıca az olduğu ve birçoğunun da kök eğimi az olan dişler kullanılarak yapıldığı tespit edilmiştir. Bu sebeple bu faktörlerin taşınan debris miktarına etkisini anlayabilmemiz için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Kullandığımız iki ege sisteminde son şekillendirme eğelerinin koniklik açıları farklı idi. Silva ve ark.'nın (2016) yaptığı çalışmada farklı koniklik açılara sahip eğelerin apikalden debris çıkarmasını değerlendirmiş ve anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bizim de çalışmamızın sonuçları bunu desteklemektedir.

Bazı araştırmacılar resiprokasyon ve rotasyon ile çalışan eğelerin debris çıkışına etkisini araştırmışlardır. De-Deus ve ark.'nın (2015) yaptığı çalışmada el eğesi, rotasyonel-çok eğeli sistem ve resiprokal-tek eğeli sistemler karşılaştırılmış olup rotasyonel ve resiprokal çalışan döner alet sistemlerinde apikalden çıkan debris miktarı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Fakat el eğesi ile preparasyon yapılan grubun önemli ölçüde fazla debris çıkışına sebep olduğu belirtilmiştir. Yine rotasyonel ve resiprokal sistemlerin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada apikalden taşınan debris miktarında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kirchhoff ve ark., 2015). Bizim de çalışmamızda hemen hemen aynı metalürjik özelliklere sahip iki sistem arasında debris çıkışı açısından anlamlı bir fark olmadığı ortaya koyulmuştur. Apikalden taşınan materyaller üzerine yapılan çalışmaları sistematik olarak derleyen bir çalışma

sonucunda ise tüm kullanılan preparasyon yöntemlerinin apikalden debris çıkışına sebep olduğu ve periapikalde enflamasyon oluşturduğu belirtilmiştir. Oluşan bu enflamasyonda ise ege sayısının bir etkisinin olmadığı kullanılan hareketin ve aletin tasarımının etkili olduğu bildirilmiştir (Caviedes-Bucheli ve ark., 2016). Ahn ve ark.'nın (2016) yaptığı derlemede ise hiçbir döner alet sisteminin apikalden taşmanın önüne geçemediğini ortaya koymuştur. Caviedes ve ark.'ından (2016) farklı olarak resiprokal sistemin rotasyonel sistemden daha az apikal çıkışa sebep olduğunu bunun da sebebinin kullanılan döner alet sayısının az olması olabileceğini belirtmiştir.

Çalışmamızda kullanılan solüsyon aktivasyon sistemlerinin apikalden taşan debris miktarına etkisine baktığımızda ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Hizarcı ve ark. (2019) solüsyon aktivasyon sistemlerinin apikalden debris çıkışına etkisini değerlendirmiş ve aktivasyon yapılan grupların aktivasyon yapılmayan gruplara kıyasla daha fazla debris çıkışına sebep olduğunu bulmuştur.

Çalışmamızda değerlendirdiğimiz bir başka konu kullanılan aktivasyon sistemlerinin apikalden taşıdığı solüsyon hacimlerinin değerlendirilmesi idi. Bunun sonucunda kullanılan ege sistemlerinin apikalden taşan solüsyon hacminde bir etkisinin olmadığı bulunmuş olup tüm gruplardan solüsyon taşıdığı tespit edilmiştir. Gruplar içerisinde manuel dinamik aktivasyon yapılmış olan grup anlamlı bir şekilde en fazla solüsyon taşıran grup olmuştur. Manuel dinamik aktivasyon sistemi kolay uygulanabilirliği ucuz olması sebebiyle en çok tercih edilen bir sistemdir. Ancak hekim uygulamasına bağlı olduğu ve ileri-geri hareketin ve uygulanan basıncın standardizasyonun zorluğu sebebiyle operasyonel hatalara açık bir sistemdir (Boutsioukis ve ark., 2013). Çalışmamızda da bu grupta daha fazla solüsyonun taşma sebebi, uygulamanın standardizasyon zorluğu (uygulanan basınç miktarı ve vuruş sayısının ayarlanmasındaki zorluk) olabilir. Boutsioukis ve ark.'nın (2014) MDA, sonik ve ultrasonik sistemleri karşılaştırdığı çalışmada MDA'nın diğer gruplara göre önemli ölçüde daha fazla solüsyon taşırdığını bulmuştur. Bununla beraber klinik koşullarda periapikal dokuların apikalden taşmaya karşı bir direnç gösterdiği çok açıktır. Doğru uygulanan MDA ile apikalden solüsyon taşması önlenabilir (Machtou, 2015). Kullanılan güta perka kon 1 dakika içerisinde 100 kere apikalden 1 mm geride

olacak şekilde 2mm'lik mesafe ile ileri-geri hareket ettirilmelidir (Machtou, 2018). Topçuoğlu ve ark.'nın (2018) kullanılan farklı aktivasyon sistemlerine post-operatif ağrıyı değerlendirdikleri çalışmada MDA kullanıldığı grupta önemli ölçüde daha fazla ağrı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bu aktivasyon grubunda apikalden periapikal dokulara daha fazla solüsyon iletildiği ve bunun sonucunda gelişen enflamasyon ile daha fazla ağrıya sebep olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

EndoActivator 2000-6000 Hz frekans ile iki yönlü titreşerek sonik aktivasyon yapan bir sistemdir. Yaptığı sonik hareketin sonucunda kök kanal sisteminde sonik patlamalar yaparak dezenfeksiyonun etkinliği arttırmaktadır. Bu etkinliğin apikalden solüsyon taşınmasına sebep olma ihtimalini araştıran Nangia ve ark. (2020) çalışmalarında kullandıkları diğer aktivasyon sistemi olan XP Finisher'a göre EndoActivator'un daha az solüsyon taşırdığını tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda da EndoActivator ile aktivasyon yapılan grup kontrol grubu ile kıyaslandığında apikalden taşan solüsyon hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi EndoActivator'ün iki yönlü salınım yaparak çalışması olabilir. Rodiriguez ve ark.'nın (2014) yaptığı apikalden solüsyon taşıma miktarının değerlendirildiği çalışmada bizim çalışmamızda olduğu gibi geleneksel irrigasyon tekniği ile endoaktivator grupları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Farklı irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada yine aynı sonuç bulunmuştur (Mitchell ve ark., 2011).

Çalışmamızda kullandığımız bir başka aktivasyon sistemi Eddy (VDW, Münih, Almanya) cihazı olup sonik aktivasyon yapmaktadır. Ancak üretici firmanın açıklamalarına göre 5000-6000 Hz frekans aralığında 3 yönlü harekete ve esnek uca sahip olduğu için ultrasonik uçların hareket kısıtlamaları olmaksızın yüksek verimde temizlik sağlamaktadır. Sonik patlamalar ile çalışma prensibi pasif ultrasonik olarak yorumlanmıştır. Aynı zamanda sonik patlamalar ile kavistasyon oluşturabildiği ve akustik akış sağlayabildiği belirtilmiştir. Bu özellikleri sebebi ile çalışma prensibi olarak pasif ultrasonik aktivasyon yaptığı bildirilmiştir. Eddy ve pasif ultrasonik aktivasyon (PUI) yöntemlerini karşılaştıran birçok çalışma yapılmış ve kök kanal sistemine kolay uyum göstermesi nedeni ile Eddy, PUI'den daha üstün bulunmuştur

(Ince Yusufoglu ve ark., 2020; Neuhaus ve ark., 2016; Urban ve ark., 2017). Çalışmamızın sonucunda Eddy kullanılan grubun Endoactivator grubuna göre daha fazla solüsyon taşırmamasının sebebi; yaptığı üç yönlü hareket ve bununla beraber oluşan akustik akış olabilir. Bu şekilde az miktarda da olsa kök kanal sistemi içerisindeki solüsyonun apikalden dışarı doğru itilmesine sebep olmuş olabilir. Apikalden materyal taşınması bakımından PUI aktivasyon ile karşılaştırıldığı bir çalışmada PUI, Eddy sisteminden anlamlı bir şekilde daha az apikalden çıkış sağladığı bulunmuştur (Ince Yusufoglu ve ark., 2020). Apikalden bakteri çıkışını araştıran başka bir çalışmada Eddy ve endo aktivatör karşılaştırmış, Eddy sisteminin apikalden daha fazla bakteri çıkardığı sonucuna ulaşmıştır (Uğur Aydın ve ark., 2021).

Çalışmamızda Eddy ve MDA grubu karşılaştırıldığında ise MDA grubunun daha fazla apikalden solüsyon çıkardığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi MDA'nın standardize edilememesidir. Eddy sistemi ise titreşimi bir hava destekli el aleti ile belirlenip sabitlenmiştir. Standardizasyonu operatöre değil makineye bağlıdır böylece kullanımı daha doğru ve kolaydır. Tüm bu sonuçlara rağmen Eddy piyasaya son zamanlarda sürülmüş bir ürün olmakla beraber hakkındaki çalışmaların az ve kısıtlı olması sebebi ile bu konuda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Machtou ve ark. (2015) aktif kullanılan solüsyon aktivasyon sistemlerinin daha kapsamlı şekilde araştırıldığı ve üzerine çalışıldığını, fakat çıkan sonuçların yorumlanması ve literatürdeki bilgilerin güvenilirliğinin sorgulanması gerektiğini ileri sürmüştür. Rezinden taklit edilmiş dişler veya çekilmiş dişlerin bu çalışmalarda kullanılmak üzere yetersiz olduğunu, bunun sebebinin ise normal klinik koşullarda çok farklı apikal boyuta, koniklik açısına ve kök kanal sistem anatomilerine sahip dişlerin olduğunu belirtmiştir. Ancak yine de sadece enjektör ile yapılan irrigasyon işlemi yerine kullanılan solüsyon aktivasyonunun kök kanal tedavisinde dezenfeksiyonu arttırdığı ve başarı oranını yükselttiği kesin bir sonuçtur (Machtou, 2015).

Aktivasyon sistemlerinin apikalden solüsyon taşıma miktarlarını inceleyen birçok çalışmanın derlemesi sonucunda negatif basınç ile yapılan aktivasyon sistemlerinin diğer sistemlere kıyasla daha az solüsyon taşırdığını göstermiştir (Azizi

Mazreah ve ark., 2022). Klinik uygulama esnasında ise sadece taşan solüsyon miktarına bakmanın doğru olmadığı aynı zamanda kullanılan aktivasyon sisteminin etkinliği gibi birçok faktöre bakılarak seçim yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Azizi Mazreah ve ark., 2022).

Tanalp ve ark.'nın (2022) yayınladığı sistemik derlemede bu zamana kadar yapılmış apikalden çıkan materyal miktarının değerlendirildiği birçok çalışma incelenip sınıflandırılmıştır. Tüm hepsinin incelemesi sonucunda mevcut metodolojiler içinde hepsinin avantajları ve dezavantajları bulunmakta olduğu fakat hiçbirinin ideal ve gerçeğe yakın sonuç vermediğini belirtmiştir. Yapılan çalışmaların çoğunun nicel sonuçlara yönelik olduğunu ancak apikalden çıkan debris ve solüsyonun mikrobiyal yükünün de değerlendirilmesi gerektiğini, tüm bunların periapikaldeki canlı dokulara etkisinin de değerlendirilmesinde eksiklikler olduğunu bildirmiştir. Bu sebeple daha yenilikçi ve canlı ortamı, gerçek klinik ortamı taklit edecek yeni biyolojik ortamlar oluşturulması gerektiğini vurgulamıştır.

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda Protaper Gold ve WaveOne Gold ile şekillendirilmiş dişlerde i-tips, manuel dinamik aktivasyon, Endoactivator, Eddy aktivasyon sistemleri kullanılarak apikalden çıkan materyaller kıyaslanıp değerlendirilmiştir. Çalışmamız dahilinde elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

1. Çalışmamızda kullanılan kanal şekillendirme eğelerinin (Protaper Gold, WaveOne Gold) apikalden bir miktar debris çıkışına sebep olduğu bulunmuştur. Çıkan debris miktarları kıyaslandığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.
2. Aktivasyon yöntemlerinin (i-tips, elle manuel dinamik aktivasyon, Endoactivator, Eddy) kök kanal tedavisi sırasında ve sonrasında apikalden solüsyon taşıdığı tespit edilmiştir. Kullanılan aktivasyon sistemleri kendi arasında kıyaslandığında ise manuel dinamik aktivasyon > Eddy > Endoactivator $\cong$ kontrol grubu şeklinde apikalden solüsyon çıkma miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur.
3. Kullanılan 2 faktörün (eğeler ve aktivasyon sistemleri) birlikte debris veya solüsyon çıkışına etkisi değerlendirildiğinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.
4. Apikalden çıkan debris, solüsyon, mikroorganizma vb. ürünler işlem sonrası ağrıyı arttırmakta, periapikal dokularda inflamatuvar reaksiyonlara sebep olmaktadır. Geçmişte kullanılan ürünlere kıyasla bugün ısıtım işlem görmekte olan eğeler veya aktivasyon sistemlerindeki gelişmeler sonucunda apikalden taşan materyal miktarında azalma olmuştur. Ancak bu durumun hala önüne geçilememektedir. Bu sebeple materyallerin fiziksel ve metalürjik olarak daha çok geliştirilmesine ve araştırılmasına ihtiyaç vardır.
5. Bu yönde yapılacak çalışmaların en büyük kısıtlaması ağız ortamının, periapikal dokuların ve bu dokuların yarattığı basıncın taklit edilememesidir. Bu sebeple ağız ortamını taklit edebilen deney ortamlarına ihtiyaç vardır.

ÖZET

Kök Kanal Tedavisi Sırasında Kullanılan Eğ ve Aktivasyon Sistemlerinin Apikalden Materyal Taşınmasına Etkisinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmanın amacı; Protaper Gold ve WaveOne Gold kullanılarak kök kanal şekillendirmesi yapılan dişlerde farklı irrigasyon aktivasyon yöntemleri (i-Tips irrigasyon iğnesi, manuel dinamik aktivasyon, Endoactivator, Eddy) kullanıldıktan sonra apikalden çıkan debris ve solüsyon miktarlarının değerlendirilmesidir. Debris miktarının ölçülebilmesi için hassas terazi, solüsyon hacminin değerlendirilmesi için ise mikroBT kullanılmıştır. Çalışmamızda 80 adet periodontal/ortodontik nedenlerle çekilmiş düz ve tek kanallı mandibular premolar diş kullanıldı. Dişlerin yarısı Protaper Gold ile diğer yarısı ise WaveOne Gold ile prepare edildi. Preparasyon sırasında her eğ değişiminde i-Tips irrigasyon iğnesi ile 2ml'lik enjektör ile irrigasyon yapıldı. Şekillendirme işlemi bittikten sonra gruplar kendi içlerinde 4 gruba ayrıldı. Gruplardan ikisi aktivasyon yapılmadan sadece irrigasyon iğnesi ile yıkanarak bırakıldı ve kontrol grubu olarak belirlendi. Diğer gruplarda son yıkama sonrası manuel dinamik aktivasyon, Endoactivator ve Eddy kullanılarak solüsyon aktivasyonu yapıldı. Tüm bu işlemler sırasında mikroBT' de taşınan solüsyonun hacimsel hesaplamasının yapılabilmesi amacıyla radyopak görüntü veren "Oniyonix", irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldı. Örnekler mikroBT'de tarandıktan sonra solüsyonun buharlaşması sağlandı. Ardından deney düzenekleri hassas terazi ile tartılarak taşınan debris miktarı belirlendi. Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde "çift yönlü varyans analizi" ile "post hoc Tukey" testleri kullanıldı. $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Bu in vitro çalışmanın sonucunda; kullanılan 2 farklı eğ sistemi arasında debris çıkışı açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Aynı şekilde kullanılan solüsyon aktivasyon yöntemlerinin debris çıkışına etkisinin olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Solüsyon çıkışında ise; kullanılan eğ sistemlerinin bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Kullanılan aktivasyon sistemleri içinde manuel dinamik aktivasyonun (MDA) kontrol grubuna göre daha fazla solüsyon çıkışına sebep olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Endoactivator gruplarının ise kontrol grubuna benzer sonuç verdiği, Eddy gruplarının ise Endoactivator grubuna ile kıyasla daha fazla MDA'ya göre daha az solüsyon taşıdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelime: Materyal çıkışı, Mikro-Bilgisayarlı Tomografi, Manuel Dinamik Aktivasyon, Endoactivator, Eddy

SUMMARY

Evaluation of the Effect of File and Activation Systems Used During Root Canal Treatment on Material Transport from the Apical

The aim of this study is that evaluation of amount of debris and solution extruded from apical after using different irrigation activation methods (i-Tips irrigation needle, manual dynamic activation, Endoactivator, Eddy) in teeth that had been root canal shaping by using Protaper Gold and WaveOne Gold. A precision balance was used to measure the amount of debris, while microCT was used to evaluate the solution volume. In this study, 80 straight and single-canal mandibular premolar teeth extracted for periodontal/orthodontic reasons were used. Half of the teeth were prepared with Protaper Gold and the other half with WaveOne Gold. After the shaping process was completed, the groups were randomly divided into 4 groups. Two of the groups were left without activation by rinsing with the irrigation needle only and were determined as the control group. In the other groups, irrigation activation was done by using manual dynamic activation, Endoactivator and Eddy. During all these procedures, "Oniyonix", which gives a radiopaque image, was used as an irrigation solution in order to make the volume calculation of the overflowing solution in microCT. After the samples were scanned in microCT, the solution was allowed to evaporate. Then, the amount of extruded debris was determined by weighing the experimental setups with a precision balance. In the statistical analysis of the obtained data, "two-way analysis of variance" and "post hoc Tukey" tests were used. $p < 0.05$ was considered as statistically significant. As a result of this *in vitro* study; there was no significant difference between the groups in terms of debris output between the 2 different file systems used. Likewise, it was found that the solution activation methods did not affect the debris output ($p > 0.05$). Also, the used file systems had no effect onto solution extrusion from apical ($p > 0.05$). Among the activation systems used, it was found that manual dynamic activation (MDA) caused more solution extrusion than the control group ($p < 0.05$). On the other hand, Endoactivator groups gave similar results to the control groups, while results of Eddy groups were in between MDA groups and control groups. That is, it was extruded more solution than control group and less solution than MDA groups.

Keywords: Apical extrusion, Micro-Computed Tomography, Manual Dynamic Activation, Endoactivator, Eddy

KAYNAKLAR

- AHN S-Y, KIM H-C, KIM E (2016). Kinematic effects of nickel-titanium instruments with reciprocating or continuous rotation motion: A systematic review of in vitro studies. *Journal of endodontics*,42: 1009-1017.
- ARSLAN H, DOĞANAY E, ALSANCAK M, ÇAPAR I, KARATAŞ E, GÜNDÜZ H (2016). Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using reciproc® instruments with various kinematics. *International endodontic journal*,49: 307-310.
- AZIZI MAZREAH S, SHIRVANI A, AZIZI MAZREAH H, DIANAT O (2022). Evaluation of irrigant extrusion following the use of different root canal irrigation techniques: A systematic review and meta-analysis. *Australian Endodontic Journal*.
- BARTOLS A, BORMANN C, WERNER L, SCHIENLE M, WALTHER W, DÖRFER CE (2020). A retrospective assessment of different endodontic treatment protocols. *PeerJ*,8: e8495.
- BASRANI B (2015). Endodontic irrigation. *Chemical Disinfection of the root canal system Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG*.
- BAUMANN MA (2004). Nickel–titanium: Options and challenges. *Dental Clinics*,48: 55-67.
- BECHELLI C, ORLANDINI SZ, COLAFRANCESCHI M (1999). Scanning electron microscope study on the efficacy of root canal wall debridement of hand versus lightspeed instrumentation. *International endodontic journal*,32: 484-493.
- BERGMANS L, VAN CLEYNENBREUGEL J, WEVERS M, LAMBRECHTS P (2001). Mechanical root canal preparation with niti rotary instruments: Rationale, performance and safety. *Am J Dent*,14: 324-333.
- BHUVA B, GIOVARRUSCIO M, RAHIM N, BITTER K, MANNOCCI F (2021). The restoration of root filled teeth: A review of the clinical literature. *International Endodontic Journal*,54: 509-535.
- BOUYSIOUKIS C, LAMBRIANIDIS T, VERHAAGEN B, VERSLUIS M, KASTRINAKIS E, WESSELINK PR, VAN DER SLUIS LW (2010). The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: Evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *Journal of Endodontics*,36: 1664-1668.
- BOUYSIOUKIS C, PSIMMA Z, KASTRINAKIS E (2014). The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo. *International Endodontic Journal*,47: 487-496.
- BOUYSIOUKIS C, PSIMMA Z, VAN DER SLUIS L (2013). Factors affecting irrigant extrusion during root canal irrigation: A systematic review. *International endodontic journal*,46: 599-618.

- BÜRKLEIN S, SCHÄFER E (2012). Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *Journal of endodontics*,38: 850-852.
- CAMPIONI I, PECCI R, BEDINI R (2020). Ten years of micro-ct in dentistry and maxillofacial surgery: A literature overview. *Applied Sciences*,10: 4328.
- CAVIEDES-BUCHELI J, CASTELLANOS F, VASQUEZ N, ULATE E, MUNOZ H (2016). 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. *International Endodontic Journal*,49: 255-270.
- CHARARA K, FRIEDMAN S, SHERMAN A, KISHEN A, MALKHASSIAN G, KHAKPOUR M, BASRANI B (2016). Assessment of apical extrusion during root canal irrigation with the novel gentlewave system in a simulated apical environment. *Journal of endodontics*,42: 135-139.
- DE-DEUS G, NEVES A, SILVA EJ, MENDONÇA TA, LOURENÇO C, CALIXTO C, LIMA EJM (2015). Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clinical oral investigations*,19: 357-361.
- DELVARANI A, AKHLAGHI NM, AMINIRAD R, SAVADKOUHI ST, VAHDATI SA (2017). In vitro comparison of apical debris extrusion using rotary and reciprocating systems in severely curved root canals. *Iranian endodontic journal*,12: 34.
- DENNIS D, FARAHANNY W, PRASETIA W, BATUBARA F (2021). Biological and mechanical principles of chemomechanical preparation in root canal therapy: A review. *International Journal of Clinical Dentistry*,14: 187-198.
- DEPLAZES P, PETERS O, BARBAKOW F (2001). Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel–titanium hand instruments. *Journal of Endodontics*,27: 196-202.
- DOS REIS S, CRUZ VM, DUARTE MAH, DA SILVEIRA BUENO CE, VIVAN RR, PELEGRINE RA, BRUNO KF, KATO AS (2020). Volumetric analysis of irrigant extrusion in immature teeth after different final agitation techniques. *Journal of Endodontics*,46: 682-687.
- ERTAN T, ŞAHİNKESEN G, TUNCA YM (2010). Kök kanal tedavisi sonunda duyulan ağrının değerlendirilmesi. *Ağrı*,22: 159-164.
- GAGLIARDI J, VERSIANI MA, DE SOUSA-NETO MD, PLAZAS-GARZON A, BASRANI B (2015). Evaluation of the shaping characteristics of protaper gold, protaper next, and protaper universal in curved canals. *Journal of endodontics*,41: 1718-1724.
- GAMBARINI G, GIANIRACUSA RUBINI A, SANNINO G, DI GIORGIO F, PIASECKI L, AL-SUDANI D, PLOTINO G, TESTARELLI L (2016). Cutting efficiency of nickel–titanium rotary and reciprocating instruments after prolonged use. *Odontology*,104: 77-81.

- GU L-S, KIM JR, LING J, CHOI KK, PASHLEY DH, TAY FR (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of endodontics*,35: 791-804.
- GULABIVALA K, PATEL B, EVANS G, NG YL (2005). Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic topics*,10: 103-122.
- GUTMANN J, GAO Y (2012). Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel–titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: A focused review. *International endodontic journal*,45: 113-128.
- HAAPASALO M, SHEN Y (2013). Evolution of nickel–titanium instruments: From past to future. *Endodontic topics*,29: 3-17.
- HAAPASALO M, SHEN Y, QIAN W, GAO Y (2010). Irrigation in endodontics. *Dental Clinics*,54: 291-312.
- HIZARCI U, KOÇAK S, SAĞLAM BC, KOÇAK MM (2019). Effect of different irrigation activation techniques on the amount of apical debris extrusion. *Tanta Dental Journal*,16: 29.
- HUTCHINSON JC, SHELMEARDINE SC, SIMCOCK IC, SEBIRE NJ, ARTHURS OJ (2017). Early clinical applications for imaging at microscopic detail: Microfocus computed tomography (micro-ct). *The British journal of radiology*,90: 20170113.
- INCE YUSUFOĞLU S, KESKIN NB, SARICAM E, BOZKURT DA (2020). Comparison of apical debris extrusion using eddy, passive ultrasonic activation and photon-initiated photoacoustic streaming irrigation activation devices. *Australian Endodontic Journal*,46: 400-404.
- KARATAŞ E, ERSOY İ, GÜNDÜZ HA, UYGUN AD, KOLE, ÇAKICI F (2016). Influence of instruments used in root canal preparation on amount of apically extruded debris. *Artificial organs*,40: 774-777.
- KESKIN C, SARIYILMAZ E (2018). Apically extruded debris and irrigants during root canal filling material removal using reciproc blue, waveone gold, r-endo and protaper next systems. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*,12: 272.
- KFIR A, MOZA-LEVI R, HERTEANU M, WEISSMAN A, WIGLER R (2018). Apical extrusion of debris during the preparation of oval root canals: A comparative study between a full-sequence saf system and a rotary file system supplemented by xp-endo finisher file. *Clinical oral investigations*,22: 707-713.
- KIRCHHOFF AL, FARINIUK LF, MELLO I (2015). Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *Journal of endodontics*,41: 237-241.
- LASZKIEWICZ J, GAMBARINI G, editors. Canal debridement with gt rotary files: Sem study. The 9th Biennial Congress of the ESE; 1999.

- LEVORSTAD K, VATNE K, BRODAHL U, LAAKE B, SIMONSEN S, AAKHUS T (1989). Safety of the nonionic contrast medium omnipaque in coronary angiography. *Cardiovascular and interventional radiology*,12: 98-100.
- MACHTOU P (1980). Investigations sur l'irrigation en endodontie [thèse de doctorat en sciences odontologiques]. *Paris: Université Paris*.
- MACHTOU P. Manual dynamic activation (mda) technique. *Endodontic irrigation*: Springer; 2015. p. 149-155.
- MACHTOU PP (2018). Manual dynamic activation technique. *Clinical Dentistry Reviewed*,2: 1-5.
- MANCINI M, CERRONI L, IORIO L, ARMELLIN E, CONTE G, CIANCONI L (2013). Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (endoactivator, endovac, and passive ultrasonic irrigation): Field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *Journal of endodontics*,39: 1456-1460.
- MARCELIANO-ALVES M, SOUSA-NETO M, FIDEL S, STEIER L, ROBINSON J, PÉCORA J, VERSIANI M (2015). Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multife rotary systems: A micro-ct study. *International Endodontic Journal*,48: 1129-1136.
- MARTINS CM, BATISTA VEDS, SOUZA ACA, ANDRADA AC, MORI GG, GOMES FILHO JE (2019). Reciprocating kinematics leads to lower incidences of postoperative pain than rotary kinematics after endodontic treatment: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trial. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*,22: 320.
- METSCHER BD (2009). Microct for comparative morphology: Simple staining methods allow high-contrast 3d imaging of diverse non-mineralized animal tissues. *BMC physiology*,9: 1-14.
- METZGER Z, SOLOMONOV M, KFIR A (2013). The role of mechanical instrumentation in the cleaning of root canals. *Endodontic Topics*,29: 87-109.
- MITCHELL RP, BAUMGARTNER JC, SEDGLEY CM (2011). Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. *Journal of endodontics*,37: 1677-1681.
- MOHAMMADI Z, JAFARZADEH H, SHALAVI S, PALAZZI F (2017). Recent advances in root canal disinfection: A review. *Iranian Endodontic Journal*,12: 402.
- MYERS GL, MONTGOMERY S (1991). A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and canal master techniques. *Journal of endodontics*,17: 275-279.
- NANGIA D, NAWAL RR, TALWAR S (2020). Evaluation of apical extrusion and cone-beam computed tomography assessment of irrigant penetration in oval-shaped canals, using xp endo finisher and endoactivator. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*,23: 185.

- NEUHAUS KW, LIEBI M, STAUFFACHER S, EICK S, LUSSI A (2016). Antibacterial efficacy of a new sonic irrigation device for root canal disinfection. *Journal of endodontics*,42: 1799-1803.
- PARK S-Y, CHEUNG GS, YUM J, HUR B, PARK J-K, KIM H-C (2010). Dynamic torsional resistance of nickel-titanium rotary instruments. *Journal of endodontics*,36: 1200-1204.
- PETERS O, PETERS C (2016). Dan basrani b. Cleaning and shaping the root canal system dalam cohen's pathways of the pulp. *Missouri: Elsevier*: 209-279.
- PETERS OA, SCHÖNENBERGER K, LAIB A (2001). Effects of four ni-ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International endodontic journal*,34: 221-230.
- PRICHARD J (2012). Rotation or reciprocation: A contemporary look at niti instruments? *British dental journal*,212: 345.
- Protaper Gold Brochure] (2017). Erişim: [\[https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/web/Endodontics/global-page-templates-assets/download-pdf%27s/protaper-gold/ProTaper%20Gold%20ROW%20Brochure%20EN.pdf.\]](https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/web/Endodontics/global-page-templates-assets/download-pdf%27s/protaper-gold/ProTaper%20Gold%20ROW%20Brochure%20EN.pdf)
- RODRÍGUEZ-FIGUEROA C, MCCLANAHAN SB, BOWLES WR (2014). Spectrophotometric determination of irrigant extrusion using passive ultrasonic irrigation, endoactivator, or syringe irrigation. *Journal of endodontics*,40: 1622-1626.
- RUDDLE CJ (2016). Single-file shaping technique: Achieving a gold medal result. *Dent Today*,35: 98-101.
- SCHILDER H (1974). Postdoctoral endodontic education: Curricular objectives. *Journal of dental education*,38: 618-622.
- SCHNEIDER SW (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology*,32: 271-275.
- SELTZER S, SOLTANOFF W, SMITH J (1973). Periapical tissue reactions of root canal instrumentation beyond the apex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*,36: 725-737.
- SHRESTHA A, KISHEN A (2016). Antibacterial nanoparticles in endodontics: A review. *Journal of endodontics*,42: 1417-1426.
- SILVA EJNL, SÁ L, BELLADONNA FG, NEVES AA, ACCORSI-MENDONÇA T, VIEIRA VT, DE-DEUS G, MOREIRA EJ (2014). Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: Assessment of the apically extruded material. *Journal of Endodontics*,40: 2077-2080.

- SILVA EJNL, TEIXEIRA JM, KUDSI N, SASSONE LM, KREBS RL, COUTINHO-FILHO TS (2016). Influence of apical preparation size and working length on debris extrusion. *Brazilian dental journal*,27: 28-31.
- SIQUEIRA JR JF (2003). Microbial causes of endodontic flare-ups. *International endodontic journal*,36: 453-463.
- SIQUEIRA JR JF (2005). Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: Benefits and drawbacks. *Endodontic Topics*,10: 123-147.
- SOUZA CC, BUENO CE, KATO AS, LIMOEIRO AG, FONTANA CE, PELEGRINE RA (2019). Efficacy of passive ultrasonic irrigation, continuous ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation device in penetration into main and simulated lateral canals. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*,22: 155.
- SUSILA A, MINU J (2019). Activated irrigation vs. Conventional non-activated irrigation in endodontics—a systematic review. *European endodontic journal*,4: 96.
- TANALP J (2022). A critical analysis of research methods and experimental models to study apical extrusion of debris and irrigants. *International Endodontic Journal*,55: 153-177.
- TANALP J, GÜNGÖR T (2014). Apical extrusion of debris: A literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *International endodontic journal*,47: 211-221.
- TEIXEIRA J, CUNHA F, JESUS R, SILVA E, FIDEL S, SASSONE L (2015). Influence of working length and apical preparation size on apical bacterial extrusion during reciprocating instrumentation. *International endodontic journal*,48: 648-653.
- TOPÇUOĞLU HS, TOPÇUOĞLU G, ARSLAN H (2018). The effect of different irrigation agitation techniques on postoperative pain in mandibular molar teeth with symptomatic irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. *Journal of endodontics*,44: 1451-1456.
- TORABINEJAD M, HANDYSIDES R, KHADEMI AA, BAKLAND LK (2002). Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*,94: 658-666.
- UĞUR AYDIN Z, ERDÖNMEZ D, ATEŞ MO, DOĞAN T (2021). Efficacy of different irrigation activation systems on bacterial extrusion. *Australian Endodontic Journal*,47: 137-142.
- URBAN K, DONNERMEYER D, SCHÄFER E, BÜRKLEIN S (2017). Canal cleanliness using different irrigation activation systems: A sem evaluation. *Clinical oral investigations*,21: 2681-2687.
- UZUNOGLU E, TURKER SA (2016). Impact of different file systems on the amount of apically extruded debris during endodontic retreatment. *European journal of dentistry*,10: 210-214.

- VERSIANI MA, DE-DEUS G, VERA J, SOUZA E, STEIER L, PÉCORA JD, SOUSA-NETO MD (2015). 3d mapping of the irrigated areas of the root canal space using micro-computed tomography. *Clinical oral investigations*,19: 859-866.
- VIDAS J, SNJARIC D, BRAUT A, CARIJA Z, PERSIC BUKMIR R, DE MOOR RJ, BREKALO PRSO I (2020). Comparison of apical irrigant solution extrusion among conventional and laser-activated endodontic irrigation. *Lasers in Medical Science*,35: 205-211.
- VILLELA LAURINDO F, POLI DE FIGUEIREDO JA (2016). Reciprocating versus rotary instruments: A review. *Revista Odonto Ciência*,31.
- WALIA H, BRANTLEY WA, GERSTEIN H (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *Journal of endodontics*,14: 346-351.
- WANG Z (2015). Bioceramic materials in endodontics. *Endodontic topics*,32: 3-30.
- XAVIER F, NEVARES G, ROMEIRO M, GONÇALVES K, GOMINHO L, ALBUQUERQUE D (2015). Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems. *International endodontic journal*,48: 661-665.
- YARED G (2008). Canal preparation using only one ni-ti rotary instrument: Preliminary observations. *International endodontic journal*,41: 339-344.
- YIN Q, YAP FY, YIN L, MA L, ZHOU Q, DOBRUCKI LW, FAN TM, GABA RC, CHENG J (2013). Poly (iohexol) nanoparticles as contrast agents for in vivo x-ray computed tomography imaging. *Journal of the American Chemical Society*,135: 13620-13623.
- YOUSSEF AHZ, EZZAT N, EL ASFOURI H (2020). Assessment of apically extruded debris and geometric analysis of root canals prepared using protaper gold, waveone gold versus protaper universal (in-vitro study). *DENTAL JOURNAL*,66: 1.
- ZAN R, TUNÇ T, HUBBEZOĞLU İ, SÜMER Z (2016). Apical extrusion of intracanal biofilm using protaper gold, waveone gold, twisted file adaptive, oneshape new generation and k3xf. *European Endodontic Journal*,1: 1.
- ZHANG C, LIU J, LIU L (2018). The influence of protaper and waveone on apically extruded debris: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*,21: 474.

ÖZGEÇMİŞ

I. Bireysel Bilgiler

Adı : Sevinç

Soyadı : Sevgi

Doğum Yeri ve Tarihi :

Uyruğu : T.C.

Medeni Durumu :

İletişim Adresi ve Telefonu :

Elektronik Posta :

II. Eğitim Bilgileri

2019-2022 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti
Anabilim Dalı (Uzmanlık), ANKARA

2013-2018 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (Lisans),
ANKARA

Yabancı Dil

İngilizce