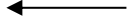
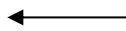


Adınızı soyadınızı giriniz

Tez kabul edildikten sonra yapılan **sabit ciltte sırt yazısı** bu şablona göre yazılacak. Yazılar tek satır olacak
Cilt sırtı yazıların yönü yukarıdan aşağıya
(sol yandaki gibi) olacak .



Tez, Yüksek Lisans'sa, YÜKSEK LİSANS TEZİ;
Doktora ise DOKTORA TEZİ ifadesi kalacak



Tez Sınavının yapılacağı yılı yazınız

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**FARKLI TEKNOLOJİLER KULLANILARAK ÜRETİLMİŞ
FARKLI ÇALIŞMA PRENSİBİNE SAHİP GÜNCEL NİKEL-
TİTANYUM ESASLI TEK EĞE DÖNER ALET
SİSTEMLERİNİN ŞEKİLLENDİRME ETKİNLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMALI OLARAK İNCELENMESİ.**

UĞUR AKSOY

**DANIŞMAN
PROF. DR. HAKAN ÖZBAŞ**

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI
ENDODONTİ PROGRAMI**

İSTANBUL-2020

DOKTORA TEZİ ONAYI

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Diş Hekimliği Fakültesi Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Endodonti Programında Doktora öğrencisi Uğur AKSOY tarafından Prof. Dr. Hakan ÖZBAŞ'ın danışmanlığında hazırlanan “Farklı teknolojiler kullanılarak üretilmiş farklı çalışma prensibine sahip güncel nikel-titanyum esaslı tek ege döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinliklerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi” başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../20... tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavında başarılı bulunmuş ve Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Jüri-Danışman

Jüri

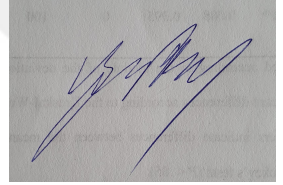
Jüri

Jüri

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

UĞUR AKSOY



İTHAF

Canım ileme ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca her zaman destek olan ve güvenen, tez sürecinde ilgi ve alakasını esirgemeyen sevgili hocam *Prof. Dr. Hakan ÖZBAŞ*'a;

Doktora eğitiminde emeği geçen İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Başkan'ım olmak üzere tüm değerli hocalarıma ve tüm sevgili çalışma arkadaşlarıma;

Hem endodonti kliniğinde hem de tez çalışmalarında en başından itibaren yardımlarını hiç esirgemeyen sevgili *Dr. Vafsiye IŞIK*'a;

Doktora eğitimimde bütün zorlukları beraber atlattığım çok sevgili dönem arkadaşlarım endobebişler *Alp Sirman, Ayşenur Öztürk, İlkin Şemi, Meryem Rana Yetişkul, Osman Ünlü, Pelin Bozbulut, Rüya Uluöz* ve bu doktora basamaklarını beraber çıktığımız *B. Hakan Şahin*'e;

Doktora eğitimim boyunca yol göstericiliğini ve öğreticiliğini eksik etmeyen abim *Dr. M. Kıvanç Aksoy*'a;

Diş hekimliği fakültesi ve endodonti doktora eğitimim sürecinde her zaman yanımda olan bütün zorlukları benimle birlikte yaşayan eşim *Sevim Atakan Aksoy*'a ve yaşamımın her anında olduğu gibi doktora eğitimim sırasında da sevgi ve desteklerini eksik etmeyen bu doktora tezinin gerçek mimarları olan sevgili annem *Gülcan Aksoy* ve babam *Mücait Aksoy*'a teşekkür ederim

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 32007

İÇİNDEKİLER

<i>beyan</i>	<i>iv</i>
<i>ithaf</i>	<i>v</i>
<i>teşekkür</i>	<i>vi</i>
<i>içindekiler</i>	<i>vii</i>
<i>tablolar listesi</i>	<i>ix</i>
<i>şekiller listesi</i>	<i>xi</i>
<i>SEMBOLLER / kısaltmalar listesi</i>	<i>xii</i>
<i>özet</i>	<i>xiii</i>
<i>abstract</i>	<i>xiv</i>
1. giriş ve amaç	15
2. genel bilgiler	17
2.1. Kemo-mekanik preparasyonun beklenen hedefleri	18
2.2. Mekanik preparasyon esnasında meydana gelen komplikasyonlar	18
2.3. Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan aletler ve tarihsel gelişimi	20
2.4. Şekillendirme etkinliğinin incelenmesinde kullanılan yöntemler	28
3. gereç ve yöntem	31
4. bulgular	44
5. tartışma	61
6. kaynaklar	78
7. etik kurul kararı	89
8. İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI	93
özgeçmiş	94



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: A tarafından elde edilen milimetrik ölçüm bulguları.....	44
Tablo 2: Gruplara göre A tarafından uzaklaştırılan madde miktarları	44
Tablo 3: Gruplara göre Apikal Eğim bölgesinde A tarafından uzaklaştırılan madde miktarları	45
Tablo 4: Gruplara göre Koronal Eğim bölgesinde A tarafından uzaklaştırılan madde miktarları	46
Tablo 5: B tarafından elde edilen milimetrik ölçüm bulguları	47
Tablo 6 : Gruplara göre B tarafından uzaklaştırılan madde miktarları	47
Tablo 7 : Gruplara göre Apikal eğim ve Koronal eğim bölgelerinde B tarafından uzaklaştırılan madde miktarları	48
Tablo 8: A ve B taraflarından kaldırılan toplam madde miktarları	49
Tablo 9: Gruplara göre A ve B taraflarından uzaklaştırılan toplam madde miktarları ...	49
Tablo 10: Gruplara göre Apikal Eğim bölgesinde uzaklaştırılan toplam madde miktarları	50
Tablo 11: Gruplara göre Koronal Eğim bölgesinde uzaklaştırılan toplam madde miktarları	51
Tablo 12: Gruplara göre Koronal Düzlük bölgesinde uzaklaştırılan toplam madde miktarları	51
Tablo 13: Yer değiştime yönü açısından elde edilen milimetrik ölçüm bulguları	52
Tablo 14: Gruplara göre yer değiştirme yönü	52
Tablo 15: Gruplara göre Koronal Eğim bölgesinde yer değiştirme yönleri.....	53
Tablo 16: Elde edilen milimetrik ölçüm bulguları	54
Tablo 17. Gruplara göre yer değiştirme miktarı.....	54
Tablo 18: Gruplara göre Koronal eğim bölgesinde ve totalde yer değiştirme miktarları	55
Tablo 19: Elde edilen milimetrik merkezde kalma oranları.....	56
Tablo 20. Gruplara göre merkezde kalma oranları	56
Tablo 21: Gruplara göre Koronal eğim bölgesinde merkezde kalma oranları	57
Tablo 22: Bulunan şekillendirme hataları	58
Tablo 23. Gruplara göre şekillendirme süresi	59
Tablo 24: Gruplara göre şekillendirme süresi	60



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Reçine blok örneği	31
Şekil 2: Reciproc Blue.....	32
Şekil 3: WaveOne Gold.....	34
Şekil 4: HyFlex EDM.....	35
Şekil 5: Reciproc Gold endomotor	36
Şekil 6: Çalışmamızda kullanılan düzenek.	37
Şekil 7: Şekillendirme öncesi siyah mürekkeple boyanmış reçine blok örneği.	38
Şekil 8: Şekillendirme sonrası kırmızı mürekkeple boyanmış reçine blok örneği.....	38
Şekil 9: Reçine bloklardaki ölçüm noktaları	39
Şekil 10: Apikal zip ve elbow oluşumu (Ersev ve ark. 2010).....	40
Şekil 11: Ledge oluşumu (Ersev ve ark. 2010)	41
Şekil 12: Tehlike bölgesi oluşumu (Ersev ve ark. 2010)	41
Şekil 13: Daralma oluşumu (Ersev ve ark. 2010)	42

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

mm: milimetre

Ni-Ti: nikel-titanyum

°C: Santigrad derece

SE: Süper elastik

Kg: Kilogram

CM: Controlled Memory

Nm: Nanometre

mL: Mililitre

rpm: Rotation per minute (dakikadaki dönme sayısı)

G: Gauge

ÖZET

Aksoy, U. (2020). Farklı teknolojiler kullanılarak üretilmiş farklı çalışma prensibine sahip güncel nikel-titanyum esaslı tek eğe döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinliklerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Gelişen teknoloji ile birlikte aletlerin tasarım ve imalatındaki sürekli iyileştirmeler sonucu termomekanik üretim teknikleriyle üretilen Ni-Ti tek eğe döner alet sistemleri yaygınlaşmış ve böylece daha kısa sürede işlemsel hatalara sebep olmadan ve orijinal kanal formuna sadık kalarak şekillendirmenin tamamlanması amaçlanmıştır. Bu çalışmada resiprokal ve rotasyonel sistemle çalışan ve gelişen farklı teknolojilerle üretilmiş tek eğe döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinlikleri 39 adet S şekilli eğimli kanala sahip reçine bloklar kullanılarak karşılaştırılmış ve farklı çalışma prensipleri yanında, farklı üretim teknolojilerinin şekillendirme kapasitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmamızda 13'er adet örnek olacak şekilde 3 grup oluşturulmuştur. Resiprokal hareketle çalışan Reciproc Blue ve WaveOne Gold ile rotasyonel hareketle çalışan Hyflex EDM tek eğe sistemi kullanılarak kanalın orijinal şeklinde meydana gelen değişimler, uzaklaştırılan madde miktarı, yer değiştirme yönü ve miktarı, merkezde kalma oranı ve şekillendirme hatalarının yanında şekillendirme süreleri de ölçülmüştür. Verilerin istatistiksel analizinde Mann Whitney U testi ve Kruskal Wallis testi kullanılmıştır.

Çalışmamızın sonuçları incelendiğinde; apikal bölgede Hyflex EDM sisteminin daha az madde kaldırdığı bulunmuştur ($P<0,001$). Her üç eğe grubunun koronal eğim bölgesinde eğimin içine doğru transportasyon yaptığı ancak bu transportasyon miktarının Hyflex EDM grubunda en az olduğu bulunmuştur ($P<0,01$). Koronal eğim bölgesinde Reciproc Blue ve WaveOne Gold gruplarında 4'er örnekte tehlike bölgesi oluşumu gözlenmiştir. Kanalların tamamında oluşan transportasyon miktarına bakıldığında ise Hyflex EDM sisteminin diğer iki sisteme göre daha az transportasyona neden olduğu bulunmuştur ($P<0,01$). Şekillendirme sürelerinin WaveOne Gold grubunda en düşük, Hyflex EDM grubunda ise en yüksek olduğu görülmüştür ($P<0,001$).

Anahtar Kelimeler : tek eğe sistemleri, şekillendirme etkinliği, eğimli kanallar, reçine blok, şekillendirme süresi

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 32007

ABSTRACT

Aksoy, U. (2020). Comparative investigation of shaping abilities of novel Ni-Ti single-file systems with different working principles produced with different technologies. İstanbul University, Institute of Health Science, Department of Endodontics. Doctoral Thesis. İstanbul.

As a result the developing technology and continuous improvements in the design and manufacturing process of endodontic files, Ni-Ti single-file systems which are produced with thermomechanical production techniques have become widespread and thus, it is aimed to complete the shaping without causing operational errors and maintaining the original canal form in a shorter working time. In this study, the shaping abilities of single file systems that work with reciprocating and rotational movements which are produced with different technologies were compared by using 39 S-shaped resin blocks and besides the different working principles, the effect of different production technologies on shaping abilities were examined. 3 groups were formed containing 13 samples each; Reciproc Blue and WaveOne Gold groups working with reciprocating motion and Hyflex EDM group working with rotational motion. Changes in the original canal form, the amount of material removed, the direction and amount of transportation, the rate of centering ratio, shaping errors and preparation times were measured. Mann Whitney U test and Kruskal Wallis test were used for statistical analysis of the data.

When the results of our study were examined; at the apical region, Hyflex EDM system removed less amount of resin ($P < 0.001$). All three file groups transported internally at the coronal curvature region but the amount of transportation was the least in Hyflex EDM group ($P < 0.01$). At the coronal curvature region, danger zone formation was observed in 8 samples; 4 in Reciproc Blue and 4 in WaveOne Gold. It was found that the Hyflex EDM system caused less transportation than the other two systems when all three regions combined ($P < 0.01$). Lowest preparation times were found in WaveOne Gold group and highest preparation times were found in Hyflex EDM group ($P < 0.001$).

Key Words: single file systems, shaping ability, curved canals, resin blocks, preparation time

The present work was supported by the Research Fund of İstanbul University. Project No. 32007

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Endodontik tedavinin amacı pulpa ve periapikal doku hastalıklarına sahip dişlerde kök kanallarının temizlenmesi, kemomekanik olarak hazırlanması ve bakteri sızıntısına imkan vermeyecek şekilde doldurulmasıdır. Başarılı bir sonuca ulaşabilmek için kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında bazı prensiplere dikkat edilmesi gerekmektedir. Örneğin kök kanallarının orijinal formuna sadık kalınmalı ve kanallar koronalden apikale doğru daralan konik bir formda hazırlanmalıdır (Schneider ve ark. 1971). Kök kanallarının şekillendirmesinde kullanılan aletler kronolojik olarak gelişim göstermiş ve günümüzde Nikel-Titanyum (Ni-Ti) döner alet sistemleri kullanıma girmiştir. Ni-Ti döner aletler kök kanalı şekillendirmesi sırasında hız ve güvenlik sağlayarak endodontik uygulamayı oldukça basitleştirmiştir (Al-Sudani ve ark. 2012, Bhagabati ve ark. 2012). Süperleastiklik özelliği sayesinde Ni-Ti esaslı döner aletlerin şekillendime esnasında özellikle dar ve çok eğimli kök kanallarında basamak ve perforasyon gibi işlemsel hatalara sebep olmadan kanalın orijinal formunu koruyabildikleri düşünülmüştür. (Esposito ve ark 1995, Glosson ve ark 1995) Ni-Ti döner aletlerin tasarımı ve imalatındaki sürekli iyileştirmeler, kanal şekillendirme sırasında başarısızlığın oluşumunu önemli ölçüde azaltmış, ancak tamamen ortadan kaldırmamıştır (Li UM ve ark. 2002). Termomekanik üretim tekniklerinin geliştirilmesiyle kök kanalı şekline sadık kalan, esnekliği arttırılmış Ni-Ti esaslı döner aletler kullanıma sunulmuştur. Günümüzde Ni-Ti eğe sistemlerindeki eğe sayılarının gittikçe azaldığı ve tek eğeden oluşan sistemlerin yaygınlaştığı görülmektedir. Bu tek eğe sistemleri hekim ve hasta açısından zaman kazandırmayı amaçlamakla birlikte malzeme tasarrufu da sağlamaktadır.

Tek eğe sistemleri resiprokal ve rotasyonel hareketler olmak üzere iki farklı çalışma prensibine sahiptir. Resiprokal hareket, 2008 yılında Dr. Yared tarafından Ni-Ti aletlere uygulanmıştır. Resiprokal hareketin görünen faydası eğenin kesme yönünde hareketiyle eğenin dentini kaldırması, kesme yönünün tersine yapılan hareketle de eğenin kanal içinde serbestleşmesidir, bunun yanında serbestleşmeyle bağlantılı olarak kırık olmadan tek bir aletle kavisli kanalları şekillendirebilme kabiliyetidir. Ayrıca, resiprokal hareketin metal yorgunluğunu azaltarak, aletin ömrünün uzamasına neden olduğu gösterilmiştir (Bonessio ve ark. 2015). Fakat rotasyonel eğelere göre diş

üzerinde daha fazla strese neden olduklarını gösteren çalışmalar da mevcuttur (Priya ve ark. 2014). Bununla birlikte kanal aletlerinin merkezde kalabilme özelliği hem şekillendirme prensiplerine uygunluk bakımından hem de aletlerin yorgunluğunu etkileyen diğer bir unsurdur. Bu konudaki çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmesi de göz önüne alınarak; aletlerin yapısal tasarımlarının, hareket prensiplerinin ve imalat özelliklerinin farklılıklar gösterdiği farklı teknolojilerle üretilmiş yeni tasarım tek ege sistemlerinin etkinliğini incelemek düşüncesiyle çalışmamız planlanmıştır.

Çalışmamız, klinikte özellikle eğimleri nedeniyle çalışma zorluğu oluşturan S şekilli kanallar üzerine gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızın amacı, şekillendirme etkinliğinin incelendiği birçok çalışmada olduğu gibi, eğimli kök kanallarını taklit eden reçine bloklar kullanılarak farklı üretim teknolojilerine ve farklı çalışma prensiplerine sahip günce Ni-Ti esaslı tek ege döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinliklerini karşılaştırmalı olarak incelenmesidir. Bu sayede eğimli kök kanallarında kullanılacak hem resiprokal hareketin hem de rotasyonel hareketin etkinliklerinin yanında farklı üretim teknolojilerinin şekillendirme kapasitesini ne derece etkileyeceği incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Endodontik tedavinin başarısı pulpa ve periapikal doku hastalıklarına sahip dişlerde kök kanallarının temizlenmesi, kemo-mekanik olarak hazırlanması ve bakteri sızıntısına imkan vermeyecek şekilde doldurulmasına bağlıdır. Kemo-mekanik preparasyon; kök kanallarının mekanik olarak şekillendirilerek temizlenmesini, antibakteriyel yıkama solüsyonları ve kök kanal medikamentleriyle kimyasal olarak mikroorganizmaların eliminasyonunu hedefler. Kök kanallarının mekanik olarak hazırlanması hem enfekte dentinin uzaklaştırılması hem de kullanılan yıkama solüsyonlarının ve medikamentlerin kök kanallarının her noktasına ulaşabilmesi açısından çok önemlidir. Mekanik preparasyonun amacı nekrotik ve enfekte pulpa dokusunu kanallardan uzaklaştırmak, yıkama ve doldurma işlemleri için yeterli boşluk oluşturmak, apikal foramenin anatomisini ve kök kanallarındaki sağlıklı dentini korumaktır (Young ve ark. 2007)

Kök Kanallarının kemo-mekanik preparasyonunun amaçları (Şen ve ark. 2014) :

- Kök kanalı içindeki vital veya nekrotik dokuların ve enfekte kök kanal dentininin bütünüyle uzaklaştırılması.
- Retreatment durumunda eski kök kanal dolgu maddesinin bütünüyle uzaklaştırılması.
- Enfeksiyona yol açan mikroorganizmaların ve bakteriyel toksinlerin elimine edilmesi.
- Kanallar irriye edilerek kimyasal dezenfeksiyon.
- Kök kanalının sızıntıyı engelleyecek şekilde üç boyutlu olarak doldurulmasına izin verecek bir boşluk hazırlanması.
- Mine ve dentin hacminin olabildiğince korunması.
- Kanalın orijinal geometrisine uygun bir şekillendirme.

2.1. Kemo-mekanik preparasyonun beklenen hedefleri

2.1.1. Biyolojik hedefler

Mekanik preparasyonun yanında iyi bir yıkama ve dezenfeksiyon işlemleri enfekte kök kanallarındaki bakterilerin eliminasyonu için en önemli aşamadır. Byström ve Sundqvist (1981) enfekte kök kanallarını paslanmaz çelik eğe ile şekillendirip serum fizyolojik ile yıkayarak yaptıkları çalışmada bakteri sayısının yüz ile bin kat azaldığını bulmuştur. Dalton ve ark. (1998) farklı mekanik şekillendirmeleri yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında dişlerin %72 sinde mikrobiyal varlığın sürdüğünü bildirmişlerdir. Sadece mekanik preparasyon ile bakteri eliminasyonunun tam olarak sağlanamamasından dolayı mekanik preparasyonla beraber antimikrobiyal ajanların kullanılması gerektiği bildirilmektedir (Byström ve Sundqvist 1985).

2.1.2. Mekanik hedefler

Schilder 1974 yılında kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında orijinal anatomiye sadık kalınarak kök kanal şekillendirmesi yapılması gerektiğini bildirmiş ve kök kanal şekillendirmesinin mekanik hedeflerini belirtmiştir.

- Orijinal kanal geometrisinden sapılmadan preparasyon tamamlanmalı.
- Apikal foramen kanalın apikaldeki en dar yeri olacak şekilde yeterli bir preparasyon yapılmalı.
- Apikal foramenin yeri değişmemeli.
- Kanalın son formu apikalden başlayarak koronale doğru hacmi artan konik şekilde olmalıdır.

2.2. Mekanik preparasyon esnasında meydana gelen komplikasyonlar

Kök kanalı şekillendirmesi işlemi çok daha eskilere dayanmasına rağmen kurallı bir şekilde açıklanmış preparasyon konseptini ilk kez Ingle (1961) kullanmıştır. Bu konseptin tanıtılmasından sonra paslanmaz çelik el aletlerinin belli sırayla kullanıldığı “step-back” tekniği uzun süre şekillendirme için tercih edilmiştir. Çelik el aletlerinin apikal çapları büyüdükçe esneklik azalır, özellikle apikal çapı ISO 25 numarlı eğeden itibaren eğimli kanallarda eğimin orta bölümünde eğimin içine doğru, eğimin apikalinde ve koronalindeyse eğimin dışına doğru basınç uygularlar. Bu asimetrik basınç kök kanal

şekillendirmesi esnasında çeşitli komplikasyonlara neden olabilmektedir (Weine ve ark. 1975; Gutierrez ve ark. 1968).

Zip: Mekanik preparasyonda kullanılan kanal aletlerinin eğimli bir kanalın içersisindeki düzleşme eğiliminden kaynaklanır. Kök kanalının orjinal şekil ve açısında istenmeyen bir değişiklik oluşur. Kök kanal eğiminin dışında kalan dentinden daha fazla preparasyon yapılmış ve iç tarafındaki dentinden yetersiz miktarda preparasyon yapılmış olur (Hülsmann ve ark. 2005).

Dirsek: Zip oluşumu neticesinde görülen kum saati görünümünün en küçük çaplı yeridir. (Hülsmann ve ark. 2005)

Basamak: Esnekliği yetersiz olan ve kesici uçlu kanal aletlerinin şekillendirme esnasında rotasyon hareketiyle kullanılmasıyla oluşur (Hülsmann ve ark. 2005). Özellikle kanal aletlerine aşırı basınç uygulanması ve çalışma uzunluğundan kısa çalışılması neticesinde oluşur (Jafarzadeh ve Abbott 2007). Kök kanal içinde eğiminin dış duvarında düz bir basamak şeklinde ortaya çıkar.

Perforasyon: Mekanik preparasyon sırasında kullanılan aletlerin kök dentinini ve sementi perfore ederek kök kanal boşluğunun periodontal aralığa açılmasıyla oluşur. Öncesinde sıklıkla basamak veya transportasyon oluşumu vardır. Basamak atlanmaya çalışılırken uygulanan aşırı basınç sonucu oluşabilmektedir.

Yer değiştirme: Kök kanal duvarının bir tarafından asimetric dentin kaldırılması sonucu oluşur. Yatay kesitlerde kök kanal merkezinin daha fazla preparasyon yapılan tarafa doğru kaydığı görülür (Peters ve ark. 2003).

Oluşan bu komplikasyonlar düz kanallara sahip dişlerden ziyade özellikle eğimleri orta derecenin üzerinde olan kanallara ve çift eğime sahip s şekilli kanallara sahip dişlerde görülmektedir.

2.3. Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan aletler ve tarihsel gelişimi

Kök kanalı preparasyonunda kullanılan aletler Metzger ve arkadaşları (2011) tarafından şöyle sınıflandırılmaktadır :

Grup I: El ile manuel olarak kullanılan eğeler. K- ve H-tipi paslanmaz çelik eğeler bu gruba örnek olarak gösterilebilir.

Grup II: Düşük hızlı motorlarla kullanılan aletler. Gates-Glidden frezleri örnek olarak verilebilir, kanalların daha çok koronal kısmında kullanılır.

Grup III: Özel motorlara takılarak kullanılan Ni-Ti esaslı döner aletler. Halihazırda piyasada bulunan döner aletlerin çoğu bu gruba dahildir.

Grup IV: Özel motorlar yardımıyla kullanılan ve kök kanalının şekline 3 boyutlu olarak adapte olabilen aletler. Self-Adjusting File (ReDent-Nova, Ra'anana, İsrail) bu grubun tek örneği olarak sayılabilir.

Grup V: Resiprokal hareket yapan özel motorlar aracılığı ile kullanılan aletler

Grup VI: Ultrasonik aletler

İlk eğeler K-tipi ege ve K-tipi reamer olarak Kerr firması tarafından piyasaya sürülmüştür. İlk üretilen eğeler karbon çelikten imal edilmiştir ancak kesme etkinliklerinin zayıf oluşu ve elastikliklerinin yetersiz oluşu nedeniyle zamanla paslanmaz çelikten üretilmeye başlanmıştır. Ancak paslanmaz çelik el aletlerinin de esnekliklerinin yetersiz oluşu nedeniyle eğimli kök kanallarında kanal eğiminin düzleşmesine sebep olabildiği gösterilmiştir (Abou-Rass ve ark 1980). Daha esnek ve eğimli kanallarda da kanal anatomisine uygun şekillendirme yapabilecek ege arayışıyla Walia ve arkadaşları (1988) kanal aletlerinin üretiminde Ni-Ti alaşımı kullanmışlardır.

2.3.1 Ni-Ti Alaşımı

Ni-Ti alaşımı W.F. Buehler tarafından 1960 yıllarında geliştirilmiştir (Buehler ve Cross 1969). Ni-Ti alaşımının belirli bir ısı işleme tabi tutulduğunda şekil hafızası kazandığı bulunmuştur. Alaşıma, üretildiği laboratuvarın ve içeriğindeki metallerin isimlerinin bir araya getirilmesiyle oluşan Nitinol adı verilmiştir. Genel olarak nikel ve titanyumdan üretilen, şekil hafızası ve süperelastiklik özellikleri bulunan alaşımlara Nitinol ismi verilir. Ni-Ti metaline kuvvet uygulandığında deforme olmadan eski haline dönmesi süperelastisite (SE) olarak atanımlanır.

Endodontide kullanılan Ni-Ti alaşımlarının %56'sı nikel, %44'ü titanyum metallerinden oluşur. Ana bileşenlerinin atomik oranları eşittir ve bunun sonucunda aynı anda östenit, martenzit ve R fazı olmak üzere 3 farklı kristalografi yapı bulundurulur. Bu fazların birbirilerine oranları metalin mekanik özelliklerini belirlemektedir (Shen ve ark. 2013). Ni-Ti alaşımlarının SE bir metal olması sebebiyle, östenit fazdaki kristaller kuvvet uygulandığında zorlanma veya gerilme meydana gelmeden martenzit faza dönüşürler. Birbirine dönüşebilen kristal yapı sayesinde, deforme olduktan sonra tekrar orijinal haline dönebilme yeteneği olarak tarif edilen SE özellik ortaya çıkar.

Ni-Ti alaşımlarının sahip olduğu şekil hafızası, sıcaklıkla bağlantılı değişen östenit ve martensit fazlarında gerçekleşir. Eğer sıcaklık östenit bitiş sıcaklığının (A_f) üzerindeyse, metal östenit durumdadır. Eğer sıcaklık martenzit bitiş sıcaklığının (M_f) altındaysa, metal martensit durumdadır (Zhou ve ark. 2013). Geleneksel SE Ni-Ti esaslı aletlerde östenit bitiş sıcaklığı oda sıcaklığında veya altındayken, 'controlled memory' (CM) kanal aletlerinde martensit bitiş sıcaklığı vücut sıcaklığının üstündedir. Bu faz değişim sıcaklığı farklarından dolayı klinikte kanal tedavisi sırasında geleneksel Ni-Ti kanal aletleri östenit, CM kanal aletler martensit fazdadır. Alaşımın içindeki metallerin yüzdeleri ve uygulanan ısı işlemler bu dönüşüm sıcaklıkları üzerinde önemli etkiye sahiptir. Kanal tedavisi pratiği açısından bakıldığında Ni-Ti kanal aletleri; martensit, stresle uyarılmış martensit ve östenit fazlarında bulunabilirler. Metal martenzit formda yumuşak, şekil verilebilir ve kolayca deforme olabilir. Stresle uyarılmış martenzit (süperelastik) formda bulunduğunda oldukça esnek, östenit formda ise sert ve dayanıklıdır (Shen ark. 2013). Ni-Ti alaşımları bulundukları sıcaklara bağlı olarak üç formda da bulunabilir.

- Birinci nesil döner alet sistemleri:

1992 yılında Dr. Mcspadden 0.02 taper açısına sahip ilk döner aleti tasarlamıştır. 1994 yılında ise Dr. Johnson 0.04 taper açısını sahip Profile 0.04 serisini geliştirmiştir. Daha sonra Profile 0.06, Orifice Shaper, Lightspeed, GT ve Quantec eğeleri piyasaya sürülmüştür.

Tüm birinci nesil eğeler pasif radyal kesici kenara, sabit taper açısına ve birden fazla eğeye sahip sistemlerdir.

- İkinci nesil döner alet sistemleri:

Bu eğelerin birinci nesil eğelerden farkı radyal alan olmadan aktif bir kesici kenarla çalışıyor olmaları ve preparasyon sırasında kullanılan alet sayısını önemli ölçüde azaltılmış olmalarıdır. Bu eğeler pozitif rake açısına sahiptir, bu özellik sayesinde eğelerin kesme etkinliği daha yüksektir.

İkinci nesil eğelere Protaper Universal (Dentsply Tulsa), Biorace (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) ve Endosequence (Braseller, Savannah, GA,USA) eğe sistemleri örnek verilebilir.

- Üçüncü nesil döner alet sistemleri:

Üçüncü nesil eğelerde metaller ısıtma soğutma işlemlerine tabi tutularak metalürjik özellikleri değiştirilmiştir.

2007 yılında Dentsply M-wire teknolojisiyle üretilen eğeleri piyasaya sürmüştür. Vortex Blue, Profile Vortex ve Profile GT serisi eğeler bu alışımdan üretilmiştir.

2008 yılında Sybronendo torna işleminden geçirilmeden plastik deformasyon yoluyla burma işlemiyle elde edilen eğeleri piyasaya sürmüştür. K3 eğeler ve Twisted Files bunlara örnektir.

2010 yılında Coltene CM Teli teknolojisini piyasaya sürmüştür. Hyflex ve Typhoon CM eğeler bu eğelere örnektir. Normal Ni-Ti alaşımlarda nikel oranı %54,5-57 iken bu alaşımlarda %52'dir. Bu değişim telin şekil hafızası özelliğini ortadan kaldırmaktadır.

- Dördüncü nesil döner alet sistemleri:

Bu eğelerin en önemli özelliği resiprokasyon hareketi yapmalarıdır. 2008 yılında Yared tarafından yapılan bir çalışmada Protaper Universal F2 eğesi resiprokasyon hareketiyle çalıştırıldığında kırılma direncinin arttığını bulmuştur. Resiprokal hareket esnasında eğenin kesme yönünde yapılan hareketle eğenin dentini kaldırması, kesme yönünün tersine yapılan hareketle de eğenin serbestleşmesi amaçlanır.

Bu nesil eğelere Reciproc (VDW) ve WaveOne (Dentsply) örnek verilebilir.

- Beşinci nesil döner alet sistemleri:

Bu nesildeki eğelerin özellikleri yilankavi hareket olarak adlandırılan rotasyon merkezi dışında kalan bir yapıya sahiptir. Bu özellik sayesinde eğenin kanal içinde saplanma ve sıkışma riski en aza indirilmiş ve dentin talaşlarının koronale çıkarılmasını kolaylaştırmış olur.

Protaper Next, WaveOne Gold (Dentsply), Revo-S , Oneshape (Micro-Mega) bu nesil eğelere örnektir.

Ni-Ti metale farklı işlemler uygulanarak özelliklerinin geliştirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır;

2.3.1.1. Yüzey İşlemleri Uygulanmış Ni-Ti (electropolishing)

1999 tarihinde FKG firması tarafından bulunan bir yöntemdir. Kök kanal aletlerinin üretim şekline kaynaklanan hataların azaltıldığı elektrokimyasal bir yüzey düzeltme işlemidir (Anderson ve ark 2007).

Elektropolishing işlemi eğelerin yüzeyinde 3 nm'lik bir oksit tabakası oluşumu sağlayarak eğelerin fiziksel yapısını bozabilecek bölgeleri temizler ve pürüzsüz bir yüzey sağlar. Bu tabaka alaşıma üstün korozyon direnci ve biyouyumluluk kazandırır (Miao ve ark 2006).

2.3.1.2. M-Wire

Tulsa Dental tarafından 2007 yılında geliştirilmiştir. Ni-Ti tellerinin tornalamadan önce özel ısıtılmalardan geçirilmesiyle üretilir. Yapılan ısıtılma sonucu metal süperelastik yapısını korurken, martenzit ve R fazlarını da barındırır (Gavini ve ark. 2006).

Bu teknik ile üretilen sistemlere GT Series X, Profile Vortex, Protaper Next, WaveOne ve Reciproc sistemleri örnek verilebilir.

2.3.1.3. R fazı

R fazı Ni-Ti alaşımlarının martenzit ve östenit fazları arasındaki çok dar bir sıcaklık aralığında oluşur. Östenit formdaki bir tele göre daha düşük olan Young modülüsü nedeniyle daha esnektir (Hou ve ark 2011).

Örnek olarak K3XF ve Twisted Files sistemleri verilebilir.

2.3.1.4. Control memory wire

2010 yılında DS Dental (Johnson City, ABD) tarafından üretilmiştir. İçeriğindeki nikel oranı %52'dir. Telin işlenmesinden sonra uygulanan özel bir ısı işlemi ile döngüsel yorgunluk direncinin artması sağlanmış ve önceden bükülebilmesine olanak tanınmıştır (Periera ve ark 2015). CM eğelerin döngüsel yorgunluk direnci geleneksel Ni-Ti eğelere göre %300-%800 daha fazla bulunmuştur (Shen ve ark 2011).

2011 yılında Coltene firması Hyflex CM eğelerini piyasaya sürmüştür. Bu eğeler kullanım sırasında plastik deformasyona uğradıklarında yivleri açılır otoklavda yüksek sıcaklığa maruz kaldıklarında orijinal şekillerine geri dönerler (Al-Sudani ve ark 20014).

Pro Design R, ProdeSign Logic (Easy Dental Equipments, Brezilya) ve Typhoon Infinite Flex (Clinician Choise Dental Products, ABD) bu teknikle üretilen eğelere örnektir.

2.3.1.5. Electrical Discharge Machining (EDM)

Darbeli elektriksel deşarj yoluyla hassas malzemelerin çıkarılmasını sağlayan, temassız işleme prosedürüdür (Bojorguez ve ark. 2002). EDM tekniğiyle çalışan parçaların direk temas etmesi gerekmez ve geleneksel tornalama işlemlerinde oluşan stresler oluşmaz (Singh ve ark 2018).

Bu teknikle üretilen ilk endodontik alet cm telinden üretilen **Hyflex EDM** sistemidir.

2.3.1.6. Blue wire – Gold wire

2012 yılında dentsply sirona tarafından geliştirilmiştir. Özel bir ısıtım işlem sonucu yüzeyinde titanyum oksit tabakası oluşur. Bu tabakanın kalınlığına bağlı olarak metalin rengi değişir. Titanyum oksit tabakasının kalınlığı 60-80 nm olduğunda mavi renk, 100-140 nm olduğunda altın rengi oluşur. Bu teknoloji ile üretilen aletlere örnek olarak Vortex Blue (Dentsply Sirona), **Reciproc Blue**(VDW), Protaper Gold, **WaveOne Gold** (Dentsply Sirona) örnek verilebilir (Gavini ve ark 2018)

2.3.1.7. Max wire

Martensite-austenite Electropolishing Flex teli FKG firması tarafından piyasaya sürülmüştür. Uygulanan özel ısıtım işlem sayesinde ağız içinde çalışılırken 35 derece üzerinde martensit fazdan östenit faza geçer. Bu teknolojiyle üretilen sistemlere FKG XP Endo Finisher ve XP Endo Shaper örnek verilebilir.

2.3.2. Döner aletlerin çalışma şekilleri

2.3.2.1. Rotasyonel hareket

1980'li yılların başında kullanılmaya başlanan merkezci dönüş hareketi günümüzde eğe sistemlerinde en çok kullanılan hareket tipidir. Bu hareket eğenin merkezi etrafında devamlı 360 derecelik dönüşler yapmasından oluşur. Sürekli dönüş hareketinin eğenin kanal duvarlarına saplanması ve kırılmasını arttırdığı düşüncesinden yola çıkarak farklı hareket çeşitleri üretilmeye çalışılmıştır (Gavini ve ark. 2018).

2.3.2.2. Resiprokal hareket

İlk defa Micromega (Besancon, Fransa) firması tarafından Giromatik adındaki cihazla bu hareket tanıtılmıştır. Daha sonra Yared tarafından 2008 yılında resiprokal hareket kullanılmasıyla popüleritesi artmıştır.

Yared'in yaptığı deneyden sonra M-wire telinden üretilen Reciproc (VDW, Almanya) ve WaveOne (Dentsply Sirona, ABD) piyasaya sunulmuştur. Her iki sistem de farklı açılarla saat yönünün tersi ve saat yönünde hareket ederek 3 resiprokal hareketle 360 derecelik bir turu tamamlar.

Resiprokal hareketin sürekli rotasyon hareketine karşı avantajları şunlardır (Varela-Patino ve ark 2008)

- 1- Eğelerin kanal duvarlarına uyguladıkları stres azalır ve burulmaya bağlı stresin azalması sağlanır.
- 2- Eğelerin şekillendirmesi esnasında daha az çalışmasına neden olur.
- 3- Eğelerin kırılma ihtimali azalır.

2.3.2.3. Kombine hareket (merkezi rotasyon ve resiprokal hareket)

Kombine hareket rotasyon ve resiprokal hareketlerin avantajlarından faydalanmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Ultradent, Sybronendo ve Morita firmaları tarafından piyasaya sürülmüştür.

Sybron Endo firmasının ürettiği Twisted File Adaptive sistemi ile eğelerin kök kanalında yüksek bir direnç maruz kaldıklarında rotasyonel hareketten resiprokal harekete geçerek üzerinde biriken streslerin azaltılması amaçlanmıştır. Çalışması esnasında eğenin üzerindeki stres belirli bir seviyenin altında olduğunda 600 derecelik

rotasyon hareketiyle çalışır ve her 600 derece sonunda çok kısa bir süre durur. Eğenin üzerinde biriken stres belli bir seviyenin üstüne çıktığında resiprokal harekete geçilir. 370 derece saat yönü ve 50 derece saat yönünün tersi resiprokal hareket yapılarak eğenin üstündeki stres azaltılmaya ve kırılma ihtimali aza indirilmeye çalışılır (Karataş ve ark. 2016).

2.3.2.4. Eksantrik (yılankavi) hareket

Bu hareketi yapan eğeler geometrik yapıları gereği dönme ekseninin dışında bulunan bir merkeze sahiptirler. Bu hareket sayesinde iki noktadan kanal duvarlarına temas eden aletle debrislerin koronale doğru taşınması ve debris birikimine bağlı sıkışmaların ve alet kırılmalarının engellenmesi hedeflenmiştir. Bu eğelere örnek olarak Protaper Next, WaveOne Gold (Dentsply Sirona, USA), Trushape (Dentsply Sirona, USA), Revo-S, Oneshape (Micro Mega) gibi eğeler verilebilir.

2.3.2.5. Trasnkraniyal hareket

Re-Dent Nova (Ra'Anana, İsraail) tarafından üretilen SAF (Self Adjusting File) sistemi ile piyasaya sürülmüştür. Sistem 3000 ila 5000 titreşim/dakika ve 0,4 mm lik alanda dikey olarak titrerken içeri dışarı gagalama hareketiyle çalışır. 4 dakikalık şekillendirme süresi için 2 dakikalık iki döngü gerçekleşir (Peters ve ark 2010).

2.4. Şekillendirme etkinliğinin incelenmesinde kullanılan yöntemler

Kök kanal şekillendirme etkinliğini ölçen çalışmaların amacı, orijinal kanal şekline sadık bir şekillendirme yapılıp yapılmadığının incelenmesi ve apikal transportasyon, basamak, zip oluşumu, düzleşme meydana gelme sıklığı ve derecesinin tespit edilmesidir (Hülsmann ve ark. 2005). Bu alandaki çalışmalar reçine bloklar (Ersev ve ark. 2010; Madureira ve ark. 2010; Bürklein, Poschmann ve ark. 2014; Işık ve ark. 2017) ve çekilmiş dişler (Bürklein ve Schäfer 2006; Schäfer ve ark. 2006; Bürklein ve ark. 2013; Işık ve ark. 2017) üzerinde gerçekleştirilmiştir. 1975 yılında Weine ve arkadaşları, kök kanal şekillendirilme işlemi esnasında meydana gelen komplikasyonları incelemek maksadıyla reçine blokları üretmiş ve kullanmıştır. Bu yöntem daha sonra birçok şekillendirme etkinliği çalışmasında kullanılmıştır. Reçine bloklar ile kök kanalı formunun, eğiminin ve boyutlarının standardizasyonu sağlanmaktadır. Ayrıca reçine bloklar şekillendirme sırasında direkt gözlem olanağı sağladıklarından hem çalışmalarda hem de eğitimlerde sıkça kullanılmaktadırlar (Weine ve ark. 1975).

Reçine blokların kullanıldığı çalışmalarda şekillendirme öncesi ve sonrası elde edilen dijital görüntüler bilgisayar ortamına aktarılarak karşılaştırılır, bu sayede yapılmak istenen ölçümler kanalın her noktasında yapılabilir. Şekillendirmelerin reçine bloklar üzerine yapılması standart ve tekrar edilebilir olduğu için de avantajlıdır. Ancak dentinin ve reçinenin mikrosetik değerleri sırasıyla 35-40 kg/mm² ve 20-22 kg/mm²'dir. Yani insan dişlerinde şekillendirme yapılırken dentin uzaklaştırılması için, deney düzeneğinde reçine uzaklaştırılmasına oranla 2 kat daha fazla basınç gerekmektedir. Bundan dolayı da işlemsel hata oluşması ihtimali artabilmektedir. Ayrıca, dentin talaşları ile reçine talaşlarının birebir aynı olmaması, reçine bloklarda gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarının klinik koşulları tam olarak yansıtamayacağını düşündürmektedir (Hülsmann ve ark. 2005).

Şekillendirme etkinliğini inceleyen çalışmalarda çekilmiş dişlerin kullanılması kök kanal anatomilerindeki çeşitlilik dolayısıyla standardizasyon sağlanmasını oldukça zorlu hale getirmektedir. Kök kanalının uzunluğu, genişliği, dentinin sertliği, kök kanalı kalsifikasyonları, apikal daralmanın boyutu ve lokalizasyonu, kök kanalı eğiminin lokalizasyonu, uzunluğu, açısı, eğim yarıçapı gibi birçok değişken mevcuttur (Hülsmann ve ark. 2005).

Mekanik şekillendirmeden sonra kanallarda meydana gelen değişimleri belirleyebilmek amacıyla birçok yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler, boyama şeffaflaştırma (Venturi M ve ark. 2003), kopya model oluşturma (Abou-Rass M ve ark. 1982), taramalı elektron mikroskobu (Mizrahi ve ark. 1975), Bramante yöntemi ile dişlerden seri kesit alınması (Bramante ve ark. 1987) ve radyolojik karşılaştırma yöntemleridir (Southard ve ark. 1987).

Boyama ve şeffaflaştırma yönteminde (Venturi ve ark. 2003, Vertucci ve ark. 1984), örnekler çini mürekkebi veya hematoksilin ile boyanır ve ardından asit ile dekalsifiye edilir, metil salisilat kullanılarak da örnekler şeffaf hale getirilir. Bu teknik ile kök kanal morfolojisindeki yan ve yardımcı kanallar, istmuslar, apikal delta ve apikal foramenin yeri çok iyi bir şekilde gözlemlenebilir ancak mekanik şekillendirme sonrası kanalda oluşan değişimlerin ölçümünde sınırlamalar mevcuttur (Venturi ve ark. 2003).

Kopya model oluşturma tekniğinde pulpa çıkarıldıktan sonra silikon ölçü maddesi basınçla beraber kök kanalının içerisine gönderilir. Oluşturulan modeller ışık mikroskopunda incelenir (Abou-Rass ve ark. 1982, Davis ve ark. 1972).

Taramalı elektron mikroskobu kök kanal morfolojilerinin değerlendirildiği çalışmalarda uzun zamandır kullanılmaktadır. Deneklerden alınan görüntülerin detaylı incelenmesi ve mekanik şekillendirme sonrası kök kanallarından predentinin istenildiği kadar uzaklaştırılıp uzaklaştırılamadığı veya kanalların arasında bulunan “isthmus” un yeteri kadar temizlenip temizlenemediği bu teknikte çok iyi bir şekilde gözlemlenebilmektedir (Hülsmann ve ark. 1997, Röding ve ark. 2002).

Bramante yönteminde ise, şekillendirilecek olan diş önce akrilik içerisine sabitlenmekte ardından da sabit bir düzeneğin içine alınmaktadır (Bramante ve ark. 1987). Akrilik ve diştten yatay kesitler alınıp tekrar sabit düzeneğin içerisine yerleştirilmektedir. Bu yatay kesitlerin mekanik şekillendirme öncesi ve sonrası alınan fotoğrafları bilgisayar ortamında karşılaştırılmakta ve oluşan değişiklikler gözlemlenebilmektedir. Bu yöntemde yatay kesitler alınırken madde kaybı oluşabilmekte ve yatay kesitler sabit düzeneğe geri konulurken zorluklar yaşanmaktadır.

Kullanılan başka bir yöntemse radyografi yöntemidir (Weine ve ark. 1969, Calhoun ve ark. 1988, Trope ve ark. 1986). Mekanik şekillendirme öncesi ve sonrasında kanal içine radyopak madde veya eğe yerleştirilerek alınan radyograflar bilgisayar ortamında çakıştırılması ile değişikler gözlemlenir. Son yıllarda dijital radyografların kullanımının artmasına rağmen elde edilen görüntülerin iki boyutlu olması nedeniyle bu yöntemin kullanımı azalmaktadır.

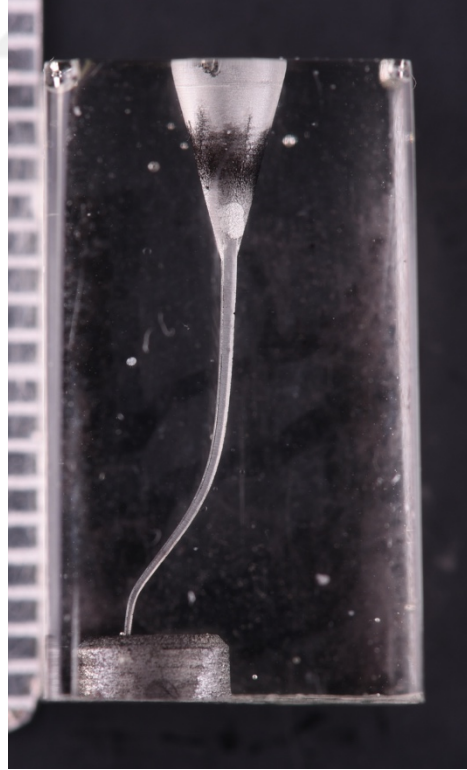
Teknolojinin gelişmesiyle birlikte CT, konik ışınlı CT ve mikro-CT gibi yeni teknikler de kullanılmaya başlamıştır (Peters ve ark. 2003; Bergmans ve ark. 2001; Hartmann ve ark. 2007). Bu teknikle kanal hacmindeki ve yüzey alanındaki değişiklikler, temas edilmemiş kanal duvarları ve kanal transportasyonu incelenebilmektedir (Hülsmann ve ark 2004). Bu tekniklerin en önemli avantajı kök kanallarının ve morfolojilerinin diğer yöntemler aksine 3 boyutlu olarak ayrıntılı bir şekilde incelenebilmesidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Anabilim Dalı Kliniğinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvurulmuş ve 02.03.2018 tarihinde 83526 sayı numarası ile onay alınmıştır.

Çalışmamızda kullanılacak olan Ni-Ti döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinliklerinin eşit şartlarda karşılaştırılabilmesi için çalışmamız standardize edilmiş reçine bloklarda gerçekleştirilmiştir (Endo Training-Block-S, 0.02 Taper; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre).

Çalışmamızda 39 adet s şekilli kanala sahip reçine blok kullanılmıştır. Tüm kanalların apikal çaplarının ISO #15 ve koniklik açılarının .02 olduğu belirlenmiştir. Apikal eğimin açısı 20° ve yarıçapı 3,5 mm, kuronal eğimin açısı 30° ve yarıçapı 5 mm'dir (Pruett ve ark. 1997). Şekillendirme esnasında kanalların operatör tarafından görülmemesi amacıyla reçine bloklar alüminyum folyo ile kaplanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: Reçine blok örneği

Çalışmamızda kullanıma yakın dönemde sunulmuş ve farklı üretim teknolojilerine sahip 3 ayrı Ni-Ti döner alet sistemleri kullanılmıştır :

Reciproc Blue

Bu eğe orijinal Reciproc eğesini ısıl işlemlerden geçirilmesiyle elde edilen bir egedir. Eğeye karmaşık bir ısıtma soğutma işlemleri dizisi uygulanarak yüzeyinde titanyum oksit tabakası oluşması sağlanır. Üretici firma bu işlemler esnasında sıcaklığı kontrol ederek eğenin fleksibilitesini ve yorgunluk direncini arttırmayı hedeflemiştir. (Yared ve ark. 2017). Orijinal Reciproc eğesinde olduğu gibi s şekilli bir enine kesit geometrisine sahiptir.

Orjinal Reciproc sisteminde olduğu gibi RB25, RB40 ve RB50 olarak üç farklı egeden oluşur.

RB25 eğesinin apikal çapı 0,25 mm dir ve ilk üç mm deki konikleşme miktarı %8 dir.

RB40 eğesinin apikal çapı 0,40 mm dir ve ilk üç mm'deki konikleşme miktarı %6 dir.

RB50 eğesinin apikal çapı 0.50 mm dir ve ilk üç mm'deki konikleşme miktarı %5 dir.

Ege çalışması esnasında 150 derece saat yönünün tersine 30 derece saat yönünde hareket eder. Saniyede 10 resiprokal hareket yaparak dakikada 300 devir yapar. Toplamda 3 resiprokal hareketle bir tur dönüşü tamamlar.



Şekil 2: Reciproc Blue RB25

WaveOne Gold

WaveOne Gold eğesi kendisinden önce üretilen WaveOne eğesi gibi resiprokal hareket yapar. M-Wire telinden üretilen WaveOne eğesinden farklı olarak bu eğe Gold Wire olarak adlandırılan bir alaşımdan üretilir (Ruddle ve ark. 2016). Gold wire eğeler üretimden sonra özel bir ısıtma ve yavaşça soğutulma işlemleriyle elde edilir. Eğeler bu işlem sonucunda altın rengini alır. Bu işlemlerden geçen eğelerin dayanıklılığı ve esnekliği önemli ölçüde artar (Weber ve ark. 2015). Bu işlemler sonucu WaveOne Gold eğesinin WaveOne eğelerine göre esnekliği %80 daha iyi olduğu, döngüsel yorgunluğa %50 daha dirençli olduğu bulunmuştur (Ruddle ve ark. 2016).

WaveOne Gold eğesinin enine kesiti iki noktadan kanal duvarlarıyla temasta olan bir paralel kenar şeklindedir. Hareket esnasında merkezde yer almayan yapısı sayesinde sadece iki kenarı temas eder. Azalan temas noktası sayesinde debrislerin koronale taşınabileceği bir boşluk oluşturulur ve vidalama etkisi azaltılmış olur. WaveOne Gold eğesi saat yönünün tersine 170 derece ve saat yönünde 50 derecelik bir hareket yaparak çalışır. Toplamda 3 resiprokal döngüyle tam bir turu tamamlamış olur.

WaveOne Gold Small eğesinin apikal çapı 0,20 mm'dir. İlk 3 mm'de taper açısı %7 olan koronale doğru azalarak devam eder.

WaveOne Gold Primary eğesinin apikal çapı 0,25 mm'dir. İlk 3 mm'de taper açısı %7 iken koronale doğru azalarak devam eder.

WaveOne Gold Medium eğesinin apikal çapı 0,35 mm'dir. İlk 3 mm'de taper açısı %5 iken koronale doğru azalarak devam eder.

WaveOne Gold Large eğesinin apikal çapı 0,45 mm'dir. İlk 3 mm'de taper açısı %5 iken koronale doğru azalarak devam eder.



Şekil 3: WaveOne Gold Primary

Hyflex EDM

Eğeler östenit fazdan martensit faza oda sıcaklığında geçiş yaptığı süreçte üretilirler. Bu özellik eğelere artmış kırılma direnci ve esneklik sağlar. Şekil hafızası olmadığı için eğeler kanal anatomisini takip eder, bu sayede perforasyon veya çentik riski azaltılmış olur. Hyflex EDM eğeleri şekillendirme sırasında sıkışma kuvvetleri karşısında spiral şekillerini kaybedebilirler, eğeler sterilizasyon sırasında yüksek sıcaklığa maruz kaldıklarında orijinal şekillerine geri dönerler. Eğelerin kanal içinde sıkıştıklarında şeklini kaybetmesi eğenin kırılmasını engeller.

Hyflex EDM eğeleri elektrik boşaltımıyla işleme yöntemi kullanılarak üretilir. Bu üretim sistemi sayesinde eğeler kırılmalara karşı daha dayanıklı olur.

Hyflex EDM eğeleri ege boyunca değişken kesit yapısına ve sürekli değişken koniklik açısına sahiptirler. Yatay kesitleri eğelerin uç kısmında dörtgen, orta kısımda yamuk, koronal kısımda üçgen formundadır. Üretici eğelerin 500 rpm ve 2.5 ncm tork değerlerinde kullanılmasını önerir.



Şekil 4: HyFlex EDM

3.1. Grupların oluşturulması ve reçine blok örneklerinin şekillendirilmesi

Reçine bloklardaki yapay kanalların apikal sonlanmaya kadar olan açıklığı #10 K-tipi bir eğe kullanılarak kontrol edilmiştir. Standart reçine bloklar her grupta 13 adet olacak şekilde rastgele üç gruba ayrılmıştır. Kanal aletleri üretici firmaların önerileri doğrultusunda Reciproc Gold (VDW, Munich, Germany) endodontik motora takılarak kullanılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5: Reciproc Gold endomotor

Grup 1: Bu gruba dahil olan örnekler **Reciproc Blue** (VDW, Munich, Germany) döner alet sistemiyle şekillendirilmiştir. Üretici firma talimatları doğrultusunda Reciproc All modunda apikal yönde hafif basınç uygulayarak gagalama hareketi ile 3 defa kanalda ileri geri hareket yapılarak kullanılmıştır.

Grup 2: Bu gruba dahil olan örnekler **WaveOne Gold** (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) döner alet sistemiyle şekillendirilmiştir. Üretici firma talimatları doğrultusunda WaveOne All modunda apikal yönde hafif basınç uygulayarak gagalama hareketi ile 3 defa kanalda ileri geri hareket yapılarak kullanılmıştır.

Grup 3: Bu gruba dahil olan örnekler **Hyflex EDM** (Coltene/Whaledent AG, Altstätten, Switzerland) döner alet sistemiyle şekillendirilmiştir. Üretici firma talimatları doğrultusunda apikal yönde hafif basınç uygulayarak gagalama hareketi ile 3 defa kanalda ileri geri hareket yapılarak kullanılmıştır.

Her kanal aletinin kullanımından sonra 30 gauge yandan delikli bir yıkama iğnesi ile 30 saniye 2mL distile su ile yıkama yapılmıştır. Son yıkama 5mL distile su ile tamamlanmıştır.

3.2. Reçine Blok Örneklerinin Değerlendirilmesi

Reçine bloklar şekillendirme öncesi ve şekillendirme sonrasında standart bir teknikte görüntü elde edilmesini sağlayan bir düzeneğe konularak dijital fotoğrafları

alınmıştır. Fotoğraflar, dijital bir fotoğraf makinası (Canon EOS 300D; Canon INC., Tokyo, Japonya) yardımıyla çekilmiştir (Şekil 6). Daha sonra örnekler numaralandırılmış ve kaydedilmiştir. Dijital ortamda kanal duvarlarının kolay belirlenebilmesi amacıyla şekillendirme öncesi siyah mürekkep (Şekil 6), şekillendirme sonrası kırmızı mürekkep (Şekil 7) 30 G yandan delikli iğne yardımıyla kanalların içine gönderilmiştir.



Şekil 6: Çalışmamızda kullanılan düzenek.



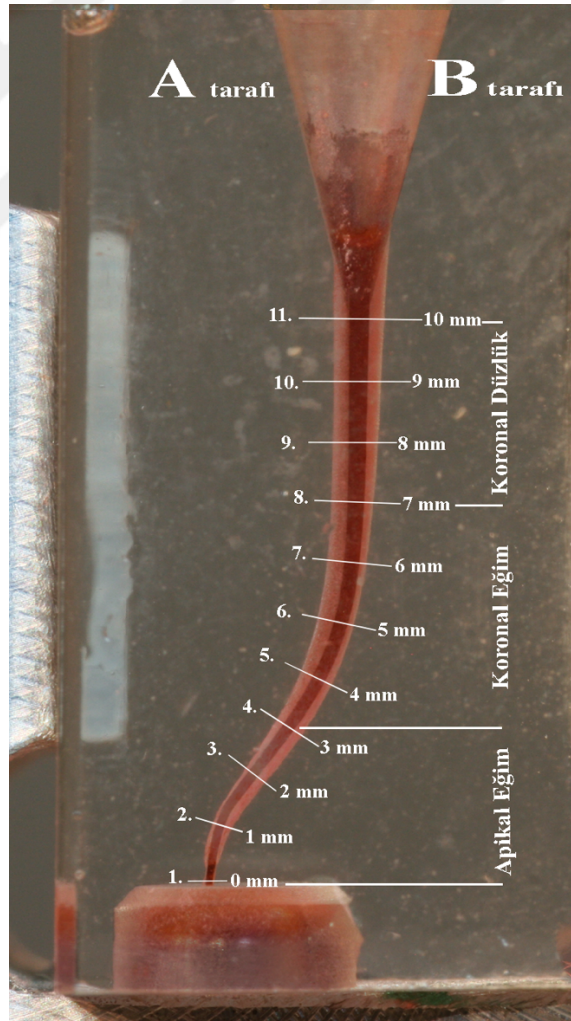
Şekil 7: Şekillendirme öncesi siyah mürekkeple boyanmış reçine blok örneği.



Şekil 8: Şekillendirme sonrası kırmızı mürekkeple boyanmış reçine blok örneği

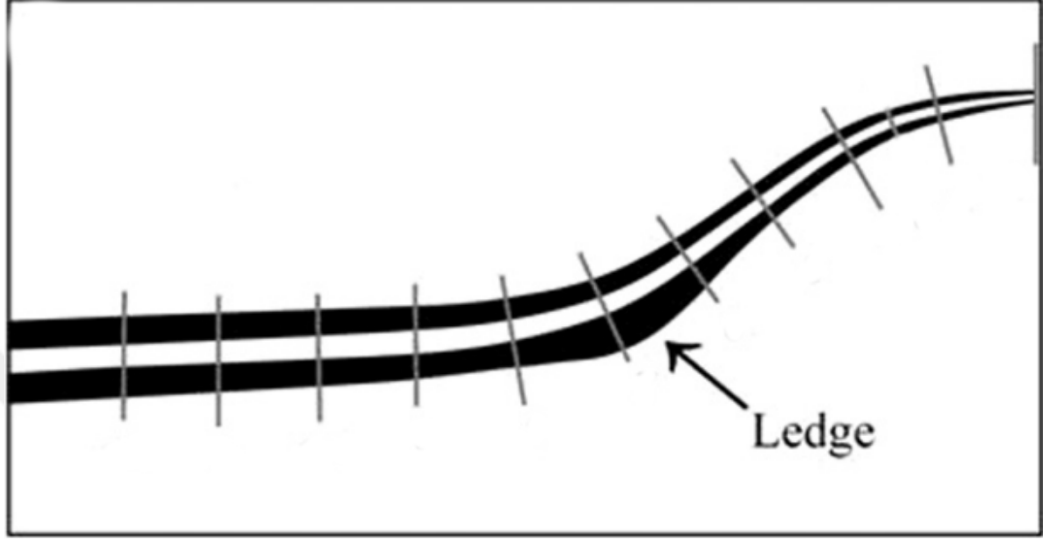
Kanal duvarlarında şekillendirmeye bağlı kaldırılan reçinenin genişliği Photoshop (Adobe Inc./ ABD) programında ölçülmüştür. Apikal eğimin bölgesinin dış yüzeyi ve kuronal eğimin bölgesinin iç yüzeyini içine alan A tarafı ve bu yüzeylerin karşısında yer alan B tarafından toplam 22 adet ölçüm yapılmıştır.

A ve B tarafında 11'er adet olan ölçüm noktaları apikalden başlayarak sırasıyla; 0 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, 10 mm'ye denk gelmektedir. 1, 2, 3, 4 noktaları apikal eğim bölgesini; 4, 5, 6, 7, 8 noktaları kuronal eğim bölgesini; 8, 9, 10, 11 noktaları da kanalın koronal bölümdeki düz kısmını içermektedir (Şekil 9).



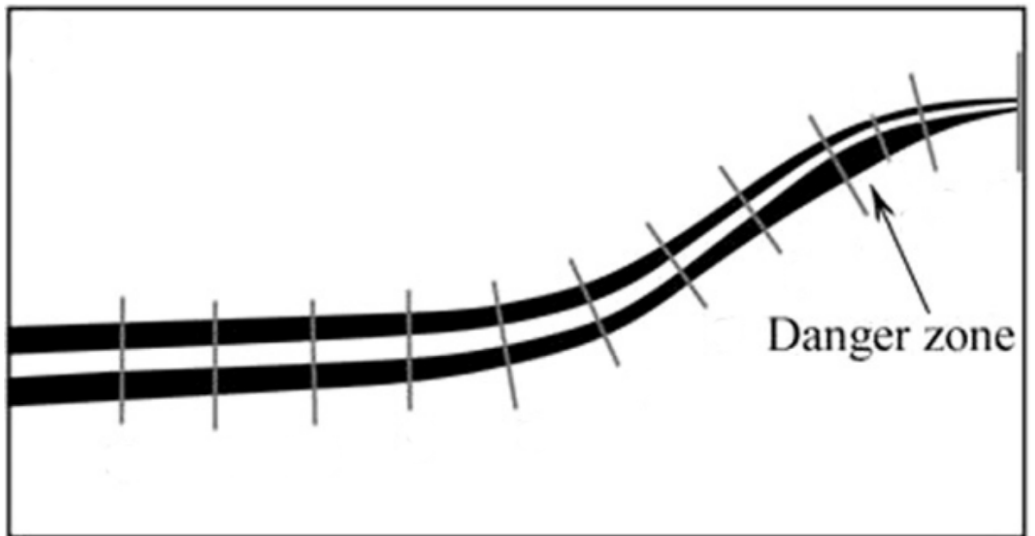
Şekil 9: Reçine bloklardaki ölçüm noktaları

B. Basamak (“Ledge”): Kök kanal içinde eğimin dış duvarında düz bir basamak şeklinde ortaya çıkar. Koronalinde sıklıkla dar bir bölge bulunur(Şekil 11).



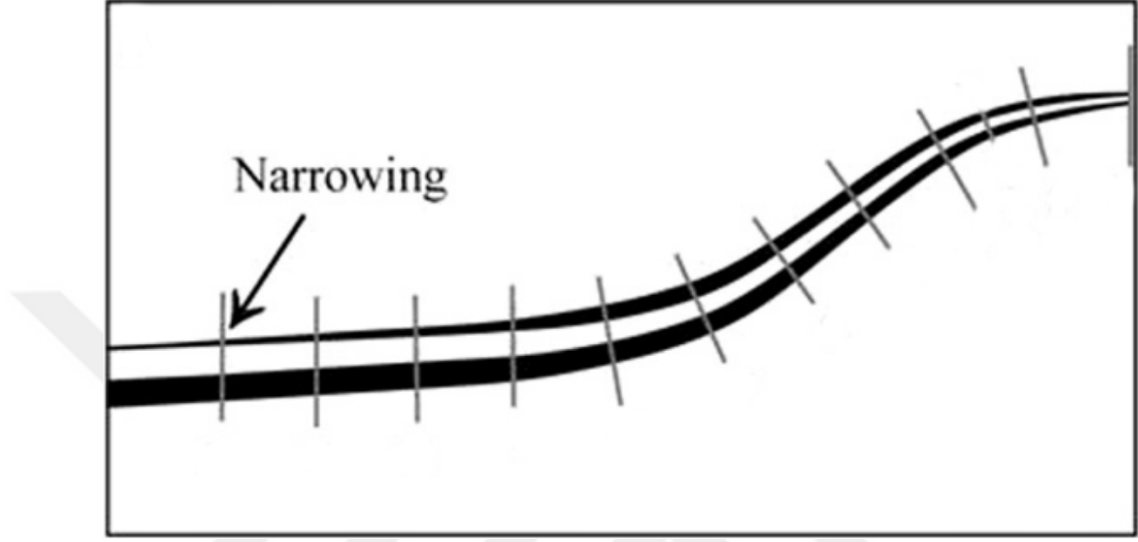
Şekil 11: Ledge oluşumu (Ersev ve ark. 2010)

C. Tehlike bölgesi (“Danger Zone”): Şekillendirme sonucunda eğimin iç tarafından eğimin dış tarafına göre daha fazla madde kaldırılmasıyla oluşan bölgedir. (Şekil 12).



Şekil 12: Tehlike bölgesi oluşumu (Ersev ve ark. 2010)

D. Daralma (“Narrowing”): S-şekilli kanalların koronal bölümdeki düz kısımda koronal eğim bölgesinin iç tarafı yönünde koronale gidildikçe azalan miktarda madde kaldırılmasıyla meydana gelir (Şekil 13).



Şekil 13: Daralma oluşumu (Ersev ve ark. 2010)

3.3. Çalışma süresinin ölçümü

Aletlerin çalışma süresi eğelemeye başlandığı andan itibaren son yıkama solüsyonuyla yıkanmanın tamamlanmasına kadar geçen süre olarak saniye cinsinden ölçülmüştür.

3.4. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analizler SPSS versiyon 17.0 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu histogram grafikleri ve Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Tanımlayıcı analizler sunulurken ortalama, standart sapma değerler kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen (nonparametrik) değişkenler gruplar arasında değerlendirilirken Kruskal Wallis Testi kullanılmış, anlamlı çıkanların posthoc analizi Mann Whitney U Testi ile yapılmıştır. Ölçümsel değerlerin birbiriyle analizi Spearman Korelasyon Testi ile yapılmıştır. P-değerinin 0.05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirildi.



4. BULGULAR

4.1. Uzaklaştırılan toplam madde miktarı:

Kanalın 2 tarafından uzaklaştırılan toplam madde miktarı olarak hesaplanmıştır (A tarafından kaldırılan madde miktarı + B tarafından kaldırılan madde miktarı).

Gruplar arasında uzaklaştırılan maddde miktarları karşılaştırılırken hem A hem de B tarafında olmak üzere ayrı ayrı değerlendirme yapılmıştır.

A tarafından uzaklaştırılan madde miktarı:

Elde edilen milimetrik ölçüm bulguları Tablo 1 'de gösterilmiştir.

Tablo 1: A tarafından elde edilen milimetrik ölçüm bulguları

Ölçüm noktaları		Reciproc Blue	WaveOne gold	Hyflex EDM
		Ort±s.s.	Ort±s.s.	Ort±s.s.
1	0 mm	0,06±0,03	0,05±0,02	0,04±0,02
2	1 mm	0,08±0,02	0,09±0,02	0,07±0,02
3	2 mm	0,11±0,02	0,10±0,02	0,08±0,02
4	3 mm	0,16±0,02	0,14±0,03	0,15±0,03
5	4 mm	0,24±0,04	0,22±0,03	0,20±0,03
6	5 mm	0,29±0,04	0,28±0,03	0,24±0,03
7	6 mm	0,27±0,03	0,26±0,03	0,23±0,03
8	7 mm	0,25±0,03	0,26±0,03	0,24±0,03
9	8 mm	0,24±0,04	0,25±0,03	0,24±0,04
10	9 mm	0,24±0,04	0,26±0,03	0,25±0,04
11	10 mm	0,23±0,06	0,26±0,04	0,25±0,04

A tarafından uzaklaştırılan madde miktarları arasındaki karşılaştırmalar apikal eğim, koronal eğim ve koronal düzlük olarak ayrılarak Kruskal Wallis testi ile yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 2.'de gösterilmiştir.

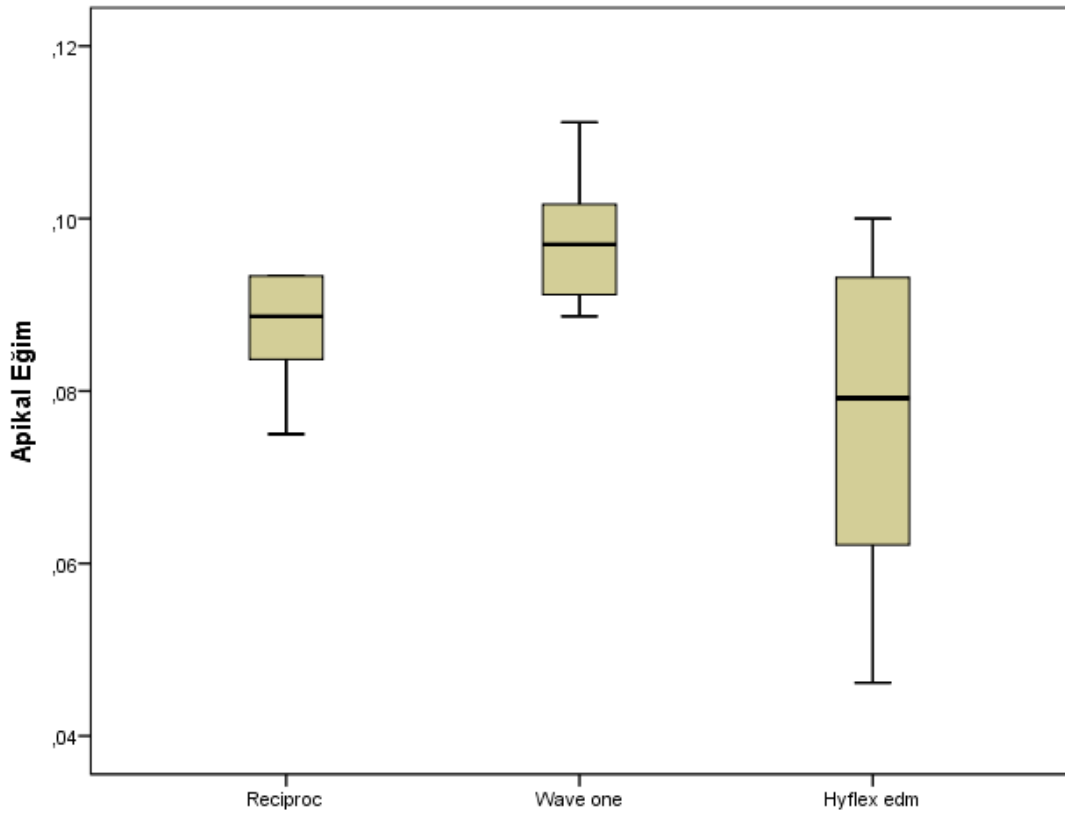
Tablo 2: Gruplara göre A tarafından uzaklaştırılan madde miktarları

	Reciproc Blue		WaveOne Gold		Hyflex EDM		p
	Ort	±s.s.	Ort	±s.s.	Ort	±s.s.	
Apikal eğim	0,10	±0,02	0,10	±0,02	0,08	±0,02	0,016
Koronal eğim	0,24	±0,03	0,23	±0,02	0,21	±0,03	0,024
Koronal düzlük	0,24	±0,04	0,26	±0,03	0,25	±0,03	0,396

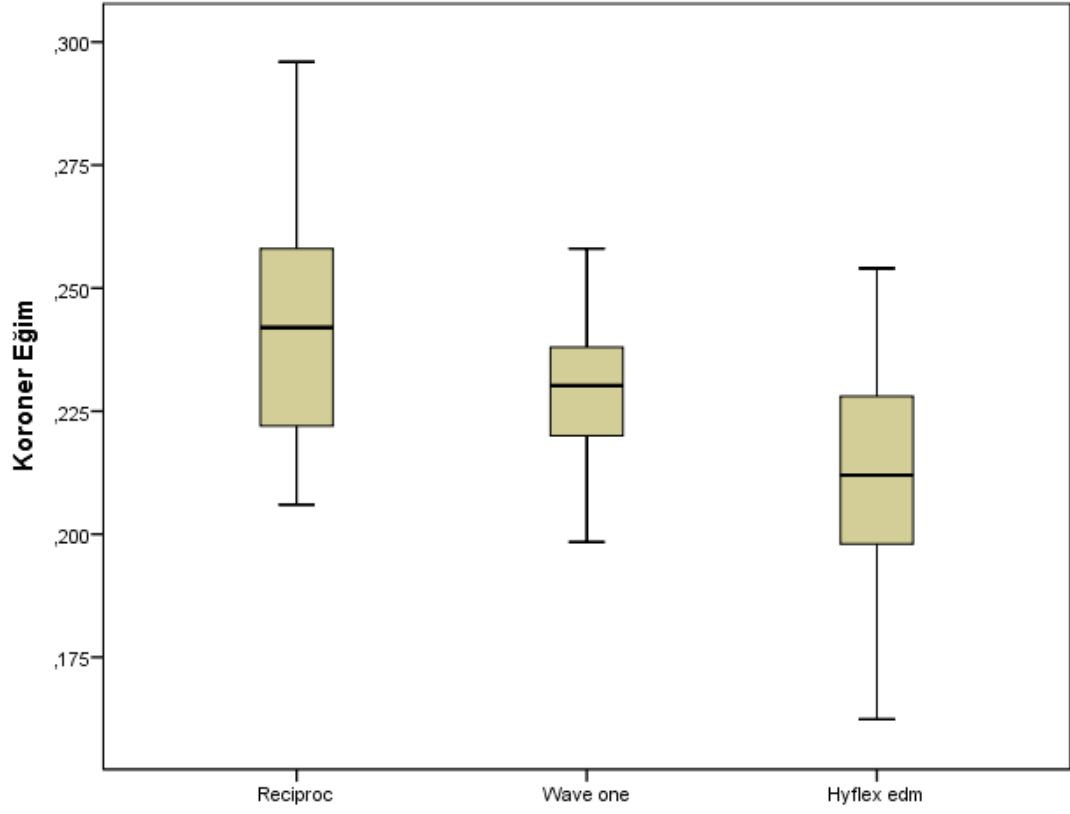
Kruskal Wallis Testi

Buna göre A tarafında uzaklaştırılan madde miktarları karşılaştırıldığında, apikal eğim bölgesinde yani apikal eğmin dış tarafında Hyflex EDM grubundaki değerler, Reciproc Blue ve WaveOne Gold grubundaki değerlerden istatistiksel olarak anlamlı olacak derecede az bulunmuştur ($P:0,016$). Koronal eğim bölgesinde yani koronal eğimin iç tarafında Hyflex EDM grubundaki değerler Reciproc Blue grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde az bulunmuştur ($P:0,024$). Koronal düzlük bölgesinde kaldırılan madde miktarları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$). İstatistiksel olarak farklılık gösteren bulguların grafiksel şeması Tablo 3 ve Tablo 4 'te görülmektedir.

Tablo 3: Gruplara göre Apikal Eğim bölgesinde A tarafından uzaklaştırılan madde miktarları



Tablo 4: Gruplara göre Koronal Eğim bölgesinde A taraftan uzaklaştırılan madde miktarları



B tarafından uzaklaştırılan madde miktarı:

Elde edilen milimetrik ölçüm bulguları Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5: B tarafından elde edilen milimetrik ölçüm bulguları

Ölçüm noktaları		Reciproc Blue	WaveOne	Hyflex EDM
		Ort±s.s.	Ort±s.s.	Ort±s.s.
1	0 mm	0,02±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01
2	1 mm	0,11±0,03	0,12±0,02	0,08±0,03
3	2 mm	0,14±0,02	0,12±0,02	0,11±0,03
4	3 mm	0,15±0,02	0,13±0,02	0,15±0,03
5	4 mm	0,12±0,02	0,11±0,02	0,12±0,02
6	5 mm	0,11±0,03	0,10±0,02	0,14±0,02
7	6 mm	0,14±0,02	0,12±0,03	0,17±0,03
8	7 mm	0,19±0,03	0,17±0,03	0,22±0,03
9	8 mm	0,23±0,04	0,19±0,02	0,24±0,04
10	9 mm	0,26±0,05	0,26±0,03	0,26±0,04
11	10 mm	0,29±0,05	0,28±0,04	0,28±0,05

B tarafından uzaklaştırılan madde miktarları arasındaki karşılaştırmalar apikal eğim, koronal eğim ve koronal düzlük olarak ayrılarak Kruskal Wallis testi ile yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 6’da gösterilmiştir.

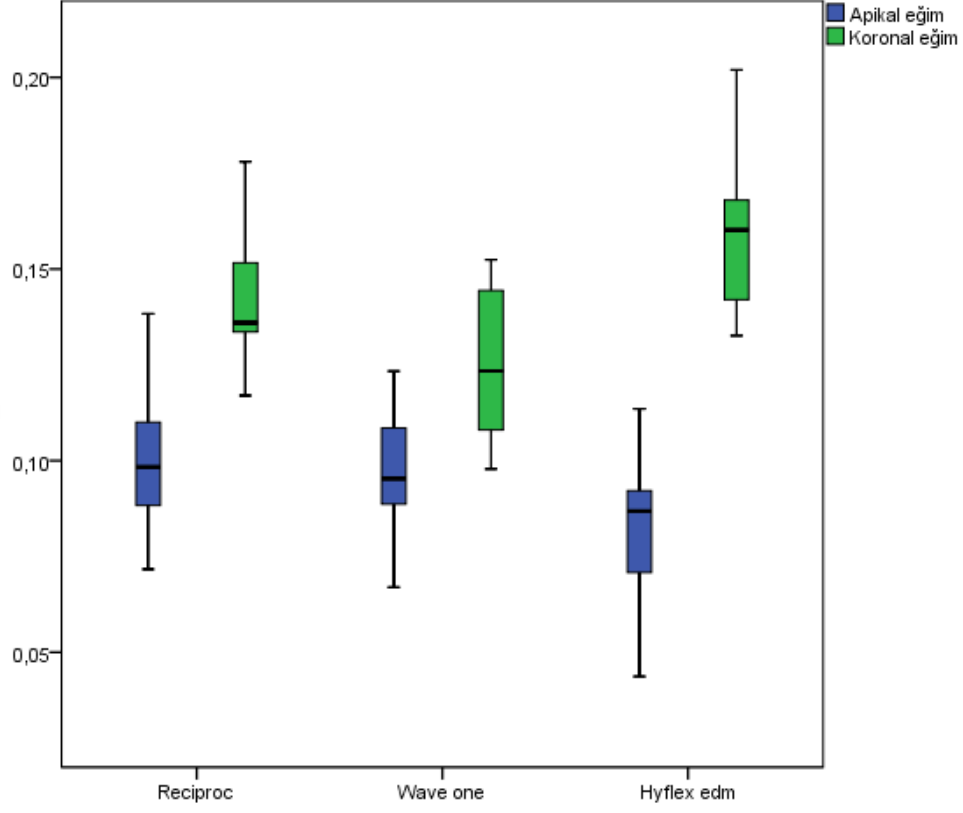
Tablo 6 : Gruplara göre B tarafından uzaklaştırılan madde miktarları

	Reciproc Blue		WaveOne Gold		Hyflex EDM	p
	Ort	±s.s.	Ort	±s.s.	Ort ±s.s.	
Apikal eğim	0,10	±0,02	0,10	±0,02	0,08 ±0,02	0,037
Koronal eğim	0,14	±0,02	0,12	±0,02	0,16 ±0,02	0,002
Koronal düzlük	0,24	±0,04	0,22	±0,03	0,25 ±0,04	0,204

Kruskal Wallis Testi

Buna göre B tarafında uzaklaştırılan madde miktarları karşılaştırıldığında, apikal eğim bölgesinde yani apikal eğmin iç tarafında Hyflex EDM grubundaki değerler, Reciproc Blue ve WaveOne Gold gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha az bulunmuştur (P:0,037). Koronal eğim bölgesinde yani koronal eğimin dış tarafından kaldırılan madde miktarları karşılaştırıldığında Hyflex EDM grubundaki değerler, Reciproc Blue ve WaveOne Gold grubundaki değerlerden istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha fazla bulunmuştur (P:0,002). Koronal düzlük bölgesinde uzaklaştırılan madde miktarı açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır (P>0,05). İstatistiksel olarak farklılık gösteren bulguların grafiksel şeması Tablo 7’de görülmektedir.

Tablo 7 : Gruplara göre Apikal eğim ve Koronal eğim bölgelerinde B tarafından uzaklaştırılan madde miktarları



A ve B taraflarından kaldırılan toplam madde miktarlarının milimetrik ölçüm bulguları Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8: A ve B taraflarından kaldırılan toplam madde miktarları

Ölçüm noktaları	A+B	Reciproc Blue	WaveOne gold	Hyflex EDM
		Ort±s.s.	Ort±s.s.	Ort±s.s.
1	0 mm	0,08±0,04	0,07±0,02	0,05±0,02
2	1 mm	0,19±0,02	0,22±0,02	0,14±0,03
3	2 mm	0,25±0,02	0,22±0,02	0,20±0,02
4	3 mm	0,31±0,01	0,27±0,03	0,29±0,03
5	4 mm	0,36±0,02	0,33±0,02	0,32±0,02
6	5 mm	0,40±0,03	0,37±0,02	0,39±0,03
7	6 mm	0,41±0,02	0,38±0,02	0,41±0,02
8	7 mm	0,43±0,02	0,43±0,03	0,46±0,02
9	8 mm	0,47±0,03	0,44±0,01	0,48±0,02
10	9 mm	0,50±0,02	0,52±0,02	0,52±0,01
11	10 mm	0,52±0,02	0,53±0,02	0,53±0,05

A ve B taraflarından uzaklaştırılan toplam madde miktarları arasındaki karşılaştırmalar apikal eğim, koronal eğim, koronal düzlük olarak ayrılarak Kruskal Wallis testi ile yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 9’da gösterilmiştir.

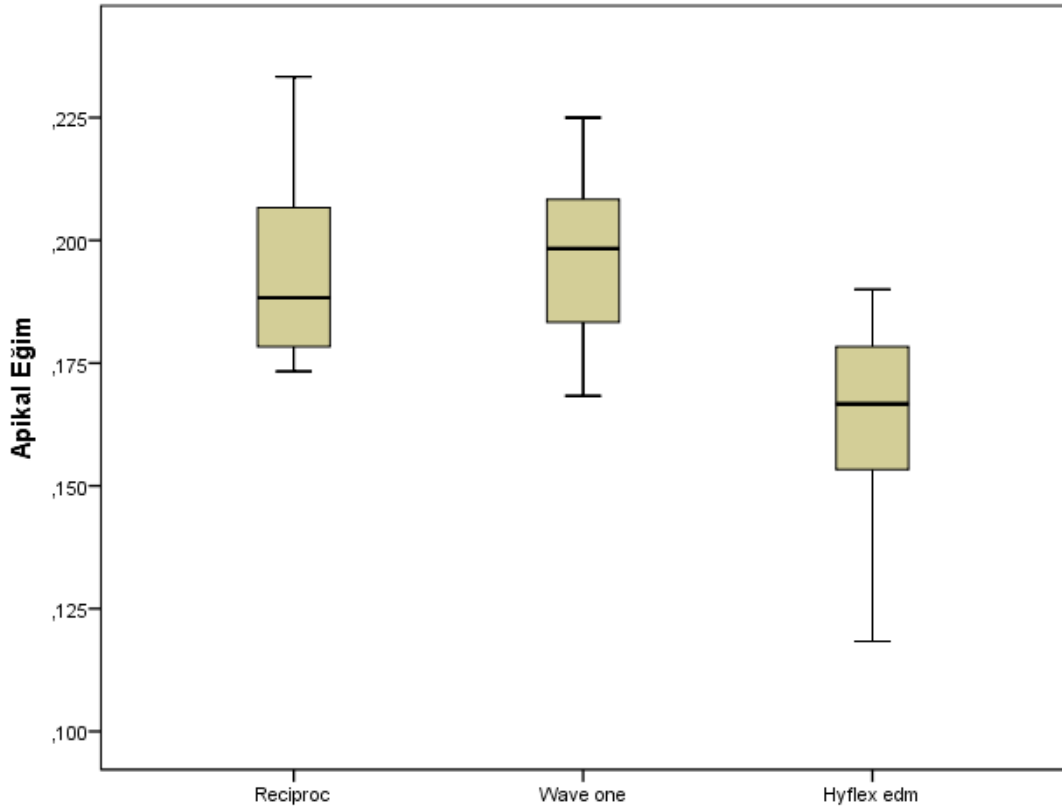
Tablo 9: Gruplara göre A ve B taraflarından uzaklaştırılan toplam madde miktarları

	Reciproc Blue		WaveOne Gold		p
	Ort	±s.s.	Ort	±s.s.	
Apikal eğim	0,20	±0,02	0,20	±0,02	<0,001
Koronal eğim	0,38	±0,01	0,36	±0,02	0,007
Koronal düzlük	0,48	±0,02	0,48	±0,01	0,012
Total	0,33	±0,02	0,32	±0,01	0,081

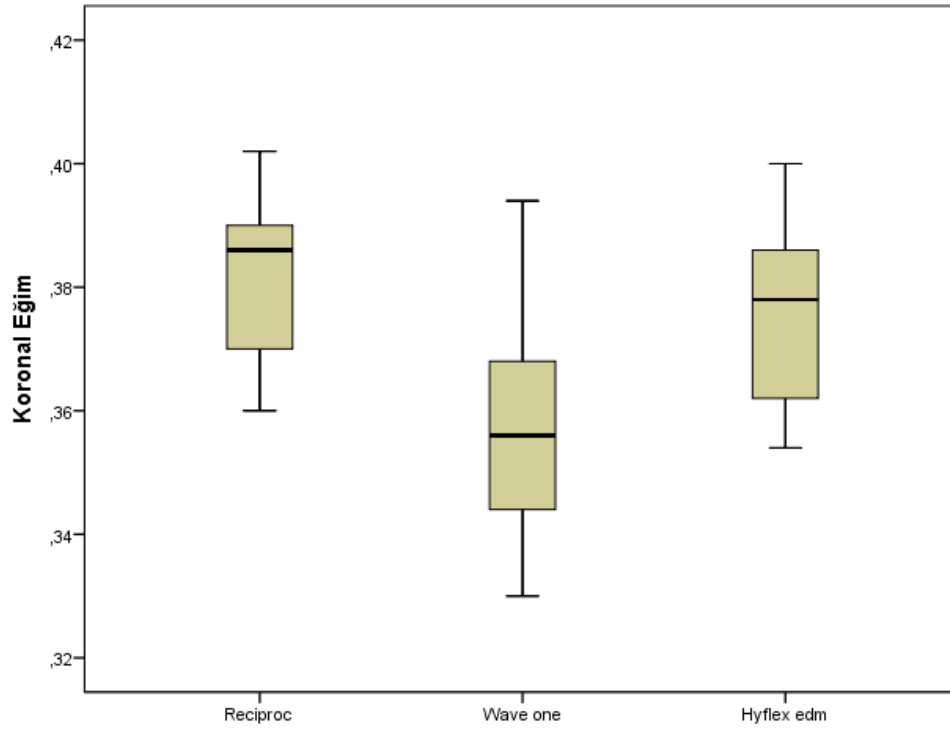
Kruskal Wallis Testi

Buna göre gruplar arasında A ve B tarafından uzaklaştırılan toplam madde miktarları karşılaştırıldığında apikal eğim bölgesinde Hyflex EDM grubundaki değerler, Reciproc Blue ve WaveOne Gold grubundaki değerlerden istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde az bulunmuştur ($P<0,001$). Koronal eğim bölgesinde Reciproc Blue grubunda uzaklaştırılan madde miktarı WaveOne Gold grubundaki değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha fazla bulunmuştur ($P:0,007$). Koronal düzlük bölgesinde Hyflex EDM grubundaki değerler, Reciproc Blue ve WaveOne Gold gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha fazla bulunmuştur ($P:0,012$). Gruplara arsında A ve B taraflarından uzaklaştırılan toplam madde miktarı her üç bölgenin de toplamında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). İstatistiksel olarak farklılık gösteren bulguların grafiksel şeması Tablo 10, Tablo 11 ve Tablo 12’de görülmektedir.

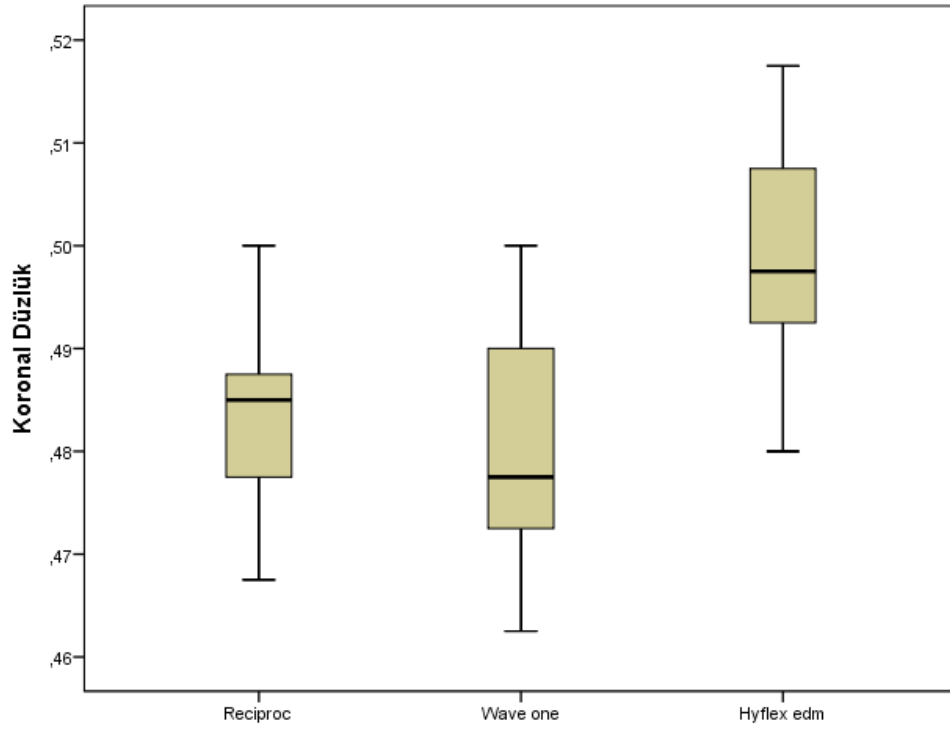
Tablo 10: Gruplara göre Apikal Eğim bölgesinde uzaklaştırılan toplam madde miktarları



Tablo 11: Gruplara göre Koronal Eğim bölgesinde uzaklaştırılan toplam madde miktarları



Tablo 12: Gruplara göre Koronal Düzlük bölgesinde uzaklaştırılan toplam madde miktarları



4.2. Yer deşiştirmenin (transportasyon) yönü:

Kanalın daha fazla madde uzaklaştırılan tarafı olarak belirlenmiştir (B tarafından kaldırılan madde miktarı – A tarafından kaldırılan madde miktarı).

Elde edilen milimetrik ölüm bulguları Tablo 13’te gösterilmiştir.

Tablo 13: Yer değiştirme yönü açısından elde edilen milimetrik ölüm bulguları

Ölüm noktaları	B-A	Reciproc Blue	WaveOne Gold	Hyflex EDM
		Ort±s.s.	Ort±s.s.	Ort±s.s.
1	0 mm	-0,04±0,03	-0,02±0,02	-0,02±0,02
2	1 mm	0,03±0,04	0,03±0,03	0,01±0,04
3	2 mm	0,03±0,03	0,02±0,03	0,03±0,04
4	3 mm	-0,02±0,04	-0,02±0,04	0,00±0,05
5	4 mm	-0,12±0,06	-0,11±0,04	-0,08±0,04
6	5 mm	-0,18±0,06	-0,18±0,04	-0,10±0,04
7	6 mm	-0,13±0,05	-0,14±0,06	-0,06±0,05
8	7 mm	-0,06±0,05	-0,09±0,05	-0,02±0,06
9	8 mm	0,00±0,07	-0,06±0,05	0,00±0,07
10	9 mm	0,02±0,09	0,00±0,05	0,01±0,08
11	10 mm	0,07±0,11	0,02±0,08	0,03±0,07

Gruplar arasında yer değiştirme yönü arasındaki karşılaştırmalar apikal eğim, koronal eğim ve koronal düzlük olarak ayrılarak Kruskal Wallis testi ile yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 14.’te gösterilmiştir.

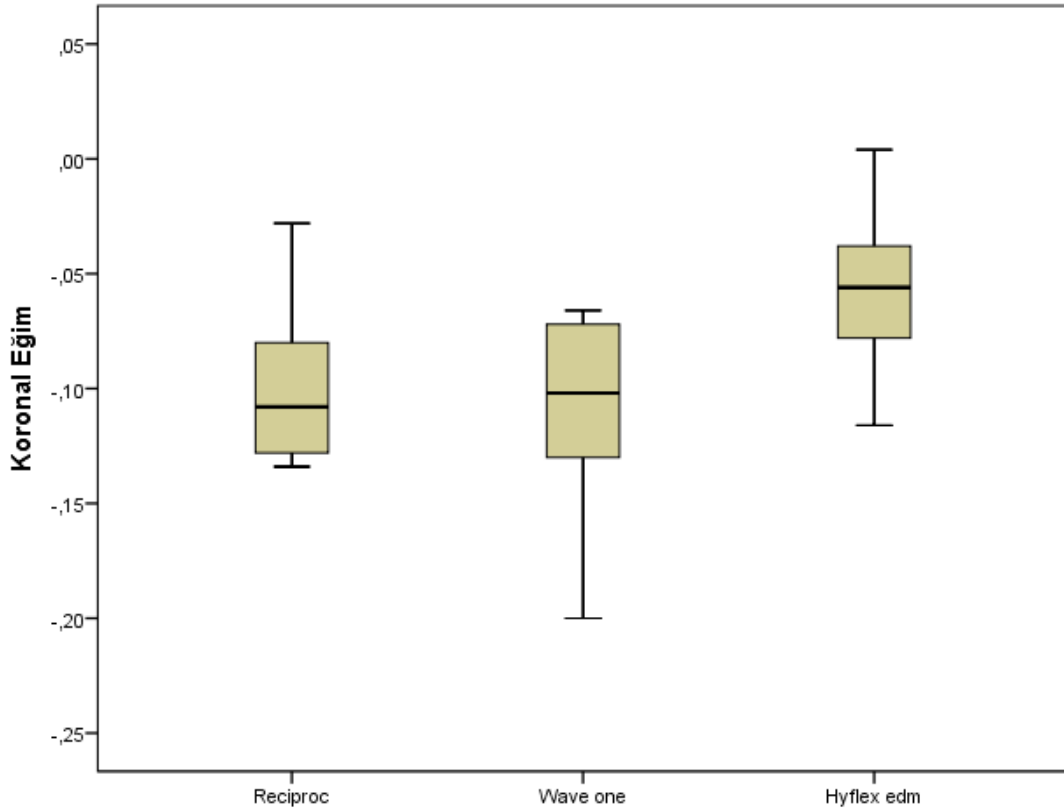
Tablo 14: Gruplara göre yer değiştirme yönü

	Reciproc Blue	WaveOne Gold	Hyflex EDM	p
	Ort ±s.s.	Ort ±s.s.	Ort ±s.s.	
Apikal eğim	0,01 ±0,03	0,00 ±0,03	0,00 ±0,03	0,748
Koronal eğim	-0,10 ±0,05	-0,11 ±0,04	-0,05 ±0,04	0,006
Koronal düzlük	0,01 ±0,08	-0,03 ±0,05	0,00 ±0,07	0,287
Total	-0,03 ±0,04	-0,04 ±0,03	-0,02 ±0,04	0,220

Kruskal Wallis Testi

Buna göre gruplar arasında yer değiştirme yönü karşılaştırıldığında, apikal eğim bölgesinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Koronal eğim bölgesinde elde edilen değerler eksi (–) olarak bulunmuştur. Bu da kullanılan aletlerin A tarafına, yani koronal eğimin iç yüzeyine doğru transport olduğunu göstermektedir. Elde edilen değerlere bakıldığında Hyflex EDM grubundaki değerler, Reciproc Blue ve WaveOne Gold grubundaki değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha az bulunmuştur ($P:0,006$). Koronal düzlük bölgesinde yer değiştirme yönü açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Gruplar arasında her üç bölgenin toplam yer değiştirme yönleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. İstatistiksel olarak farklılık gösteren bulguların grafiksel şeması Tablo 15’te görülmektedir.

Tablo 15: Gruplara göre Koronal Eğim bölgesinde yer değiştirme yönleri



4.3. Yer değiştirme (transportasyon) miktarı:

Kanalın 2 tarafından uzaklaştırılan madde miktarı arasındaki farkın mutlak değeri olarak ($| |$) hesaplanmıştır ($|B$ tarafından kaldırılan madde miktarı – A tarafından kaldırılan madde miktarı $|$).

Elde edilen milimetrik ölçüm bulguları Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16: Elde edilen milimetrik ölçüm bulguları

Ölçüm noktaları	[A-B]	Reciproc Blue	WaveOne Gold	Hyflex EDM
		Ort $\pm$ s.s.	Ort $\pm$ s.s.	Ort $\pm$ s.s.
1	0 mm	0,04 $\pm$ 0,03	0,03 $\pm$ 0,01	0,02 $\pm$ 0,02
2	1 mm	0,04 $\pm$ 0,04	0,04 $\pm$ 0,02	0,03 $\pm$ 0,02
3	2 mm	0,04 $\pm$ 0,03	0,03 $\pm$ 0,02	0,04 $\pm$ 0,04
4	3 mm	0,03 $\pm$ 0,03	0,03 $\pm$ 0,02	0,04 $\pm$ 0,03
5	4 mm	0,12 $\pm$ 0,06	0,11 $\pm$ 0,04	0,08 $\pm$ 0,04
6	5 mm	0,18 $\pm$ 0,06	0,18 $\pm$ 0,04	0,10 $\pm$ 0,04
7	6 mm	0,13 $\pm$ 0,05	0,14 $\pm$ 0,06	0,07 $\pm$ 0,04
8	7 mm	0,06 $\pm$ 0,05	0,09 $\pm$ 0,05	0,05 $\pm$ 0,04
9	8 mm	0,07 $\pm$ 0,03	0,06 $\pm$ 0,04	0,05 $\pm$ 0,04
10	9 mm	0,07 $\pm$ 0,05	0,04 $\pm$ 0,04	0,06 $\pm$ 0,04
11	10 mm	0,10 $\pm$ 0,08	0,06 $\pm$ 0,04	0,06 $\pm$ 0,04

Gruplar arasında yer değiştirme miktarı arasındaki karşılaştırmalar apikal eğim, koronal eğim ve koronal düzlük olarak ayrılarak Kruskal Wallis testi ile yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 17’te gösterilmiştir.

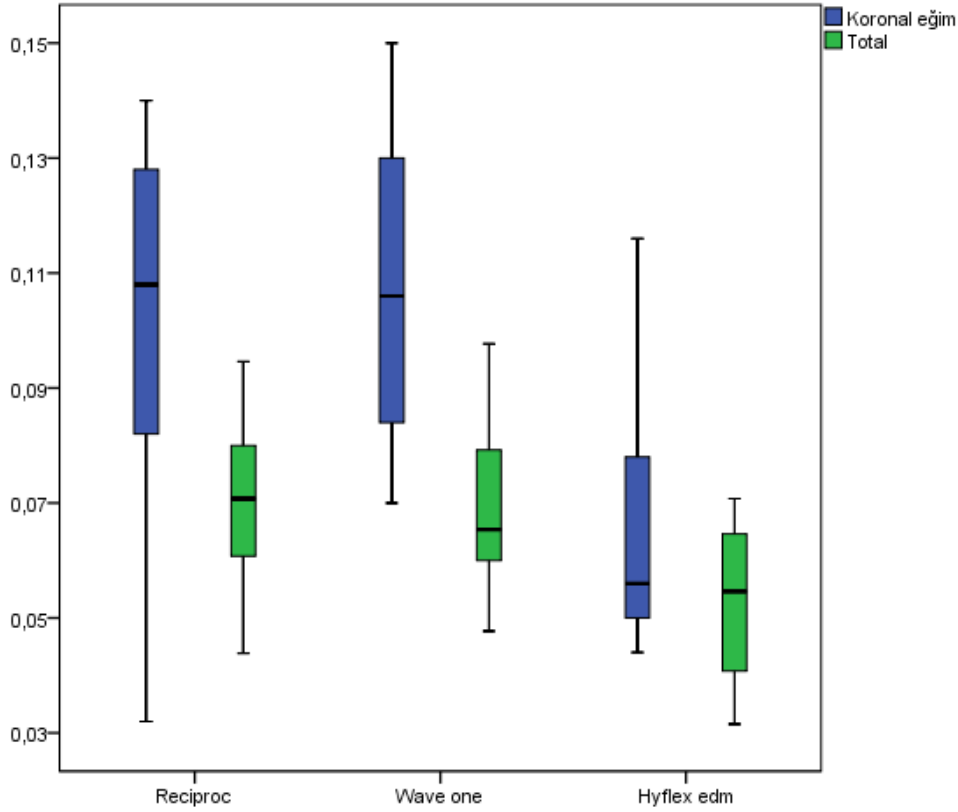
Tablo 17. Gruplara göre yer değiştirme miktarı

	Reciproc Blur	WaveOne Gold	Hyflex EDM	p
	Ort $\pm$ s.s.	Ort $\pm$ s.s.	Ort $\pm$ s.s.	
Apikal eğim	0,03 $\pm$ 0,02	0,04 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,02	0,200
Koronal eğim	0,10 $\pm$ 0,05	0,11 $\pm$ 0,04	0,07 $\pm$ 0,02	0,006
Koronal düzlük	0,08 $\pm$ 0,03	0,06 $\pm$ 0,03	0,06 $\pm$ 0,03	0,429
Total	0,07 $\pm$ 0,02	0,07 $\pm$ 0,02	0,05 $\pm$ 0,01	0,007

Kruskal Wallis Testi

Buna göre gruplar arasında yer değiştirme miktarı karşılaştırıldığında, apikal eğim bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Koronal eğim bölgesinde Hyflex EDM grubundaki değerler, Reciproc Blue ve WaveOne Gold grubundaki değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde az bulunmuştur ($P:0,006$). Koronal düzlük bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Gruplar arasında her üç bölgenin toplam yer değiştirme miktarları karşılaştırıldığında Hyflex EDM grubundaki değerler, Reciproc Blue ve WaveOne Gold grubundaki değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha az bulunmuştur ($P:0,007$). İstatistiksel olarak farklılık gösteren bulguların grafiksel şeması Tablo 18’de görölmektedir.

Tablo 18: Gruplara göre Koronal eğim bölgesinde ve totalde yer değiştirme miktarları



4.4. Merkezde kalma oranı:

Kanaldan kaldırılan madde miktarının daha az olduğu taraftakinin daha fazla olan taraftakine bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Elde edilen milimetrik ölçüm bulguları Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 19: Elde edilen milimetrik merkezde kalma oranları

Ölçüm noktaları		Reciproc Blue	WaveOne Gold	Hyflex EDM
		Ort±s.s.	Ort±s.s.	Ort±s.s.
1	0 mm	0,55±0,24	0,55±0,15	0,52±0,21
2	1 mm	0,67±0,19	0,73±0,16	0,64±0,24
3	2 mm	0,68±0,16	0,73±0,17	0,70±0,24
4	3 mm	0,76±0,17	0,82±0,12	0,78±0,14
5	4 mm	0,51±0,16	0,51±0,11	0,61±0,14
6	5 mm	0,38±0,14	0,36±0,10	0,60±0,13
7	6 mm	0,54±0,15	0,47±0,16	0,73±0,14
8	7 mm	0,77±0,18	0,66±0,16	0,80±0,13
9	8 mm	0,76±0,11	0,77±0,15	0,81±0,14
10	9 mm	0,76±0,13	0,86±0,12	0,79±0,13
11	10 mm	0,69±0,20	0,80±0,13	0,79±0,13

Gruplar arasında merkezde kalma oranları arasındaki karşılaştırmalar apikal eğim, koronal eğim ve koronal düzlük olarak ayrılarak Kruskal Wallis testi ile yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 20’de gösterilmiştir.

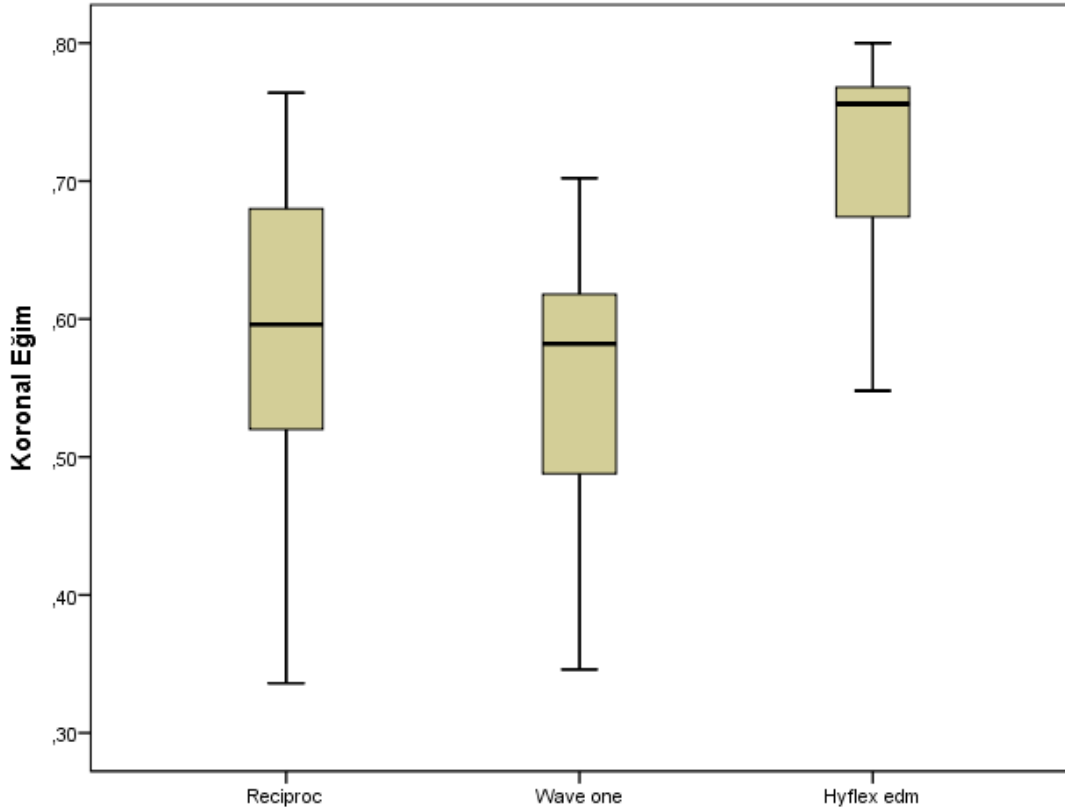
Tablo 20. Gruplara göre merkezde kalma oranları

	Reciproc Blue	WaveOne Gold	Hyflex EDM	p
	Ort ±s.s.	Ort ±s.s.	Ort ±s.s.	
Apikal eğim	0,65 ±0,08	0,66 ±0,06	0,64 ±0,09	0,946
Koronal eğim	0,59 ±0,13	0,56 ±0,10	0,71 ±0,08	0,003
Koronal düzlük	0,74 ±0,08	0,77 ±0,10	0,80 ±0,11	0,351
Total	0,64 ±0,06	0,65 ±0,07	0,69 ±0,05	0,075

Kruskal Wallis Testi

Buna göre gruplar arasında merkezde kalma oranları karşılaştırıldığında, apikal eğim bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Koronal eğim bölgesinde Hyflex EDM grubundaki değerler, Reciproc Blue ve WaveOne Gold gruplarındaki değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı olacak derecede fazla bulunmuştur ($P:0,003$). Koronal düzlük bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Gruplar arasında her üç bölgede ortalama merkezde kalma oranları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). İstatistiksel olarak farklılık gösteren bulguların grafiksel şeması Tablo 21’de görülmektedir.

Tablo 21: Gruplara göre Koronal eğim bölgesinde merkezde kalma oranları



4.5. Şekillendirme hataları:

Şekillendirilen örnekler arasında sadece 8 örnekte tehlike bölgesi oluşumu gözlenmiştir. Bu örneklerin 4'ü Reciproc Blue grubuna diğer 4'ü ise WaveOne Gold grubuna aittir ve tehlike bölgeleri sadece koronal eğim bölgesinde eğimin iç tarafında gözlenmiştir. Diğer şekillendirme hataları görülmemiştir. (Tablo 22)

Tablo 22: Bulunan şekillendirme hataları

	Reciproc Blue	WaveOne Gold	Hyflex EDM
Apikal zip	0	0	0
Basamak	0	0	0
Tehlike bölgesi	4	4	0
Daralma	0	0	0

4.6. Şekillendirme süresi:

Aletlerin çalışma süresi eğelemeye başlandığı andan itibaren son yıkama solüsyonuyla yıkanmanın tamamlanmasına kadar geçen süre olarak saniye cinsinden ölçülmüştür.

Gruplar arasında şekillendirme süreleri arasındaki karşılaştırmalar Kruskal Wallis testi ile yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 23'te gösterilmiştir.

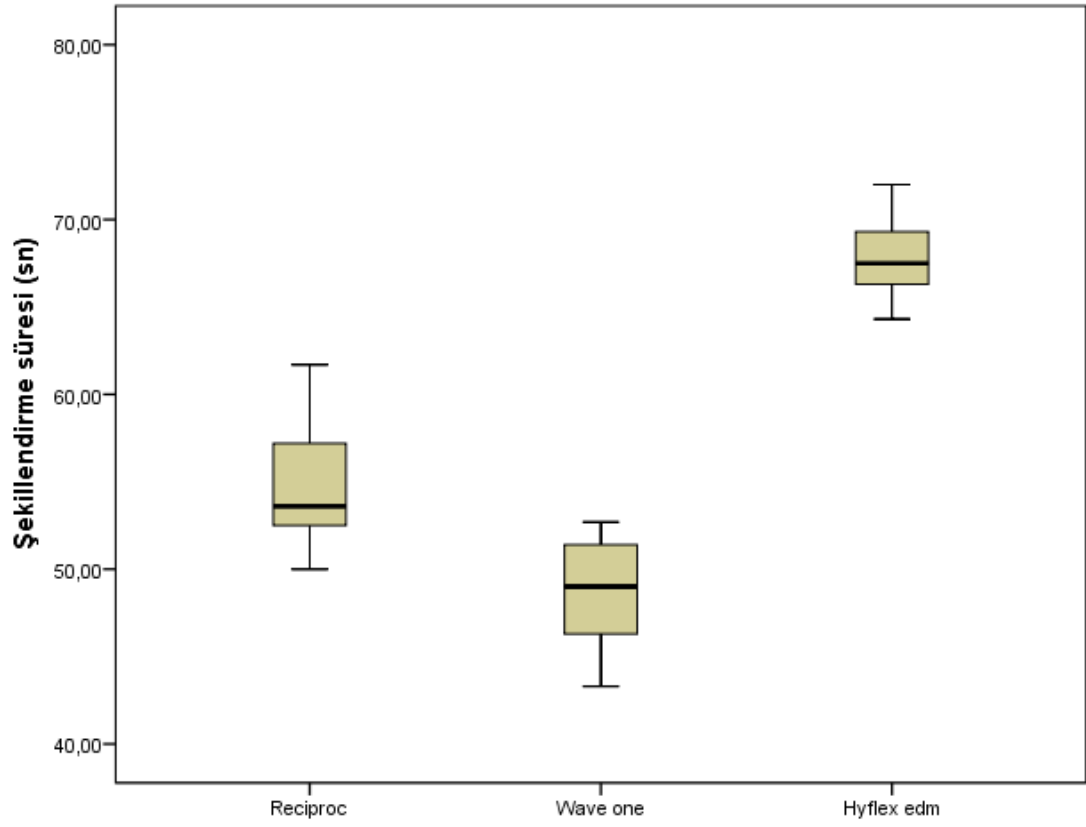
Tablo 23. Gruplara göre şekillendirme süresi

	Reciproc Blue	WaveOne Gold	Hyflex EDM	p
	Ort ±s.s.	Ort ±s.s.	Ort ±s.s.	
Şekillendirme süresi (sn)	55,25 ±4,85	49,84±5,21	68,24±3,22	<0,001

Kruskal Wallis Testi

Buna göre gruplar arasında şekillendirme süreleri karşılaştırıldığında Hyflex EDM grubundaki değerler Reciproc Blue ve WaveOne Gold gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha fazla bulunmuştur. Reciproc Blue grubundaki değerler ise WaveOne Gold grubundaki değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha fazla bulunmuştur ($P<0,001$) (Tablo 24) . İstatistiksel olarak farklılık gösteren bulguların grafiksel şeması Tablo 24'de görülmektedir.

Tablo 24: Gruplara göre şekillendirme süresi



5. TARTIŞMA

Mekanik şekillendirme, endodontik tedavinin en önemli basamaklarından biridir. Kök kanalının orijinal yapısına uygun, enfekte dokuların kaldırılmasını ve yıkama solüsyonlarının apikal bölgeye ulaşabilmesini, sızdırmaz bir kanal dolgusu yapılabilmesini sağlayacak yeterli bir mekanik şekillendirme yapılması son derece önemlidir (Peters. 2004; Schäfer ve ark. 2009). Özellikle orta ve ileri derecede eğimli kök kanallarında düzleşme “straightening” veya transportasyon gibi iyatrojenik preparasyon hataları gözlenmektedir (Weine ve ark. 1975). NiTi döner aletlerin kullanıma girmesiyle, paslanmaz çelik eğelere kıyasla esnekliklerinin daha yüksek olması dolayısıyla iyatrojenik hatalar azalmıştır (Peters 2004). Yıllar içindeki geliştirmelerle Ni-Ti döner eğelerin şekillendirme etkinliklerini arttırılabilmek için geometrik tasarım özellikleri devamlı olarak değiştirilerek kanal anatomisine daha uygun şekillendirmeler yapan kanal aletleri geliştirilmiştir. Günümüzde aletlerin tasarım özelliklerinin değiştirilmesi yanı sıra aletlere uygulanan ısısal işlemler vasıtasıyla alaşımının esneklik ve şekil hafızası gibi özelliklerinin değiştirilmesi ile mekanik preparasyonun kalitesinin arttırılması yönünde birçok gelişme yaşanmaktadır (Thompson ve ark. 2000).

Gelişen tekniklere ve aletlere rağmen, S-şekilli kök kanallarının şekillendirilmesinde hala zorluklarla karşılaşmaktadır (Bonaccorso ve ark. 2009; Burroughs ve ark. 2012; Hiran-us ve ark. 2016). Kök kanallarında %10-30 oranında klinik pratiğinde alınan radyografilerde görülemeyen ikinci bir eğim olduğu bilinmektedir (Willershausen ve ark. 2008). Özellikle maksiller molar dişlerin meziobukkal ve distobukkal köklerinde, maksiller premolar dişlerde ve mandibular molar dişlerin mezial köklerinde rastlanmaktadır (Cunningham ve ark. 1992). Dişlerin kanal eğimlerini belirlerken bakılan tek parametre eğimin açısı değildir. Eğimin yarıçapı eğimin keskinliğini belirtmek ve kanalın şeklinin tam olarak anlaşılması için önemli bir parametredir (Schäfer ve ark. 2002). Eğim yarıçap değeri küçüldükçe eğim keskinleşmektedir (Pruett ve ark. 1997). Eğim yarıçapının Ni-Ti döner aletlerin dönme yorgunluğuna etki eden en önemli etkenlerden olduğu bildirilmiştir (Pruett ve ark. 1997; Haikel ve ark. 1999). Yarıçapı daha küçük eğimlerde döner alet üzerine binen stresin

artmasıyla alet kırığı, kanal transportasyonu ve basamak gibi iyatrojenik hatalarının meydana gelme olasılığının artacağı bildirilmiştir (Pruett ve ark 1997; Haikel ve ark. 1999). Bu nedenlerden dolayı kök kanallarının eğimleri değerlendirilirken eğimin yarıçapı ve açısı beraber ele alınmalıdır. İleri derecede eğim açısına ve keskin eğime sahip bir kanalın preparasyonunda kullanılan aletlerden bağımsız bir şekilde, iyatrojenik bir hatanın oluşma ihtimalinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Schäfer ve ark. 2002).

Şekillendirme işlemlerinin ardından kök kanal formunda oluşan değişikliklerle ilgili yapılan çalışmalarda, aletlerin etkinliklerini incelemek amacıyla kök kanal şeklinin orijinal formun korunup korunmadığı, apikal transportasyon, basamak, zip, düzleşme meydana gelip gelmediği ve bunların miktarları araştırılmaktadır (Hülsman ve ark. 2005). Bu amaçla yapılan çalışmalar ya çekilmiş insan dişleri ya da reçine bloklar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Fakat çekilmiş insan dişlerinin standardizasyon açısından tartışmalı olabileceği düşüncesi Weine ve ark. (1975) tarafından bildirilmiştir. Çekilmiş insan dişleri kullanıldığında anatomik varyasyonların çalışmanın sonuçlarını kullanılan aletlerden daha fazla etkileyecebileceği bildirilmiştir (Peters ve ark. 2001). Bu sebeplerden dolayı kanalın eğimi, çapı ve uzunluğu gibi önemli etkenlerin standardize edilebileceği reçine bloklar kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle farklı sistemler karşılaştırılırken reçine bloklarla sağlanan standardizasyon çekilmiş insan dişleriyle sağlanamamaktadır (Schäfer ve ark. 1995). Bunun yanında reçine blokların sertlik değerlerinin dentinden farklı olduğu bilinmekle beraber insan dişlerine alternatif olarak kullanılabilineceği savı birçok çalışmayla desteklenmiştir (Ahmad ve ark. 1989; Dummer ve ark. 1991)

Literatüre bakıldığında da, şekillendirme etkinliğini inceleyen çalışmalarda reçine blokların tercih edilme sebeplerinin kanal boyutlarının ve şekillerinin, koniklik açılarının ve eğiminin üç boyutlu olarak standart olması olduğu görülmektedir (Bürklein ve Schäfer 2006; Schäfer ve ark. 2006; Bonaccorso ve ark. 2009; Ersev ve ark. 2010). Dentin sertliği diştan dişe farklılık gösterirken, reçine blokların sertliği standarttır (Hülsmann ve ark. 1999; Hülsmann ve ark. 2005). Reçine bloklar şeffaf olmaları dolayısıyla şekillendirme esnasında ve sonrasında oluşan değişimlerin net olarak görülebilmesini sağlamaktadır (Schäfer ve ark. 1995).

Bütün bu olumlu özelliklere rağmen, Weine ve ark. (1975) dentinin Knoop sertlik değerinin 40 kg/mm² iken, reçine blokların 22 kg/mm² olduğunu, Patterson ise dentin sertliğinin 40 - 72 kg/mm² arasında değiştiğini, 9 dakika EDTA bekletilmiş kanallarda Knoop sertliğinin 60'tan 45'e düştüğünü bildirmiştir (Patterson ve ark. 1963). Dentin ve reçinenin sertlik değerleri arasındaki bu farktan dolayı preparasyon sırasında reçine duvarlarından daha fazla madde kaldırılma ihtimali vardır.

Reçine ve dentinin Knoop sertlik derecelerinin aynı olmaması nedeniyle reçine blok çalışmalarının klinik koşulları tam olarak yansıtamadığı da ileri sürülmüştür (Schäfer ve ark. 1995; Peters ve ark. 2004). Reçine bloklarda mekanik preparasyon sırasında reçineyi eritebilecek derecede ısı açığa çıkabildiği, reçine talaşlarının dentin talaşlarından farklı özellikte olması dolayısıyla kanal blokajları ve bu nedenle de alet kırıklarının daha sık gözlemlenebileceği rapor edilmiştir (Hülsmann ve ark. 2005; Jodway ve Hülsmann 2006; Gonzalez-Sanchez ve ark. 2012)

Ancak yine de şeffaf reçine blokların kanallarının morfolojik özellikleri bakımından standardize olması, preparasyon sırasında kanalın görülmesine olanak sağlaması ve literatürde yapılmış çalışmalardan çıkan sonuçların çekilmiş dişlerle yapılan çalışmalarla paralel sonuçlar vermesi sebebiyle şeffaf reçine bloklar sıklıkla tercih edilmektedir.

Bütün bu bilgiler ışığında biz de çalışmamızda farklı eğe sistemlerinin etkinliğini inceleyebilmek ve farklılıklarını daha iyi gözlemleyebilmek amacıyla özellikle iyi bir standardizasyon sağlamak için reçine blokları tercih ettik.

Kök kanal şekillendirmesinde kullanılan aletler sürekli bir gelişim göstermiş ve günümüzde Ni-Ti esaslı döner sistemler hız ve güvenlik sağlayarak endodontik uygulamayı kolaylaştırmıştır. Son zamanlarda da Ni-Ti döner alet sistemlerinde eğe sayılarının gittikçe azaldığı ve tek eğeden oluşan sistemlerin yaygınlaştığı görülmektedir. Tek eğeyle bütün şekillendirmenin bitirilmesi, daha kısa sürede işlemin tamamlanması açısından büyük bir kolaylık sağlamıştır. Kök kanal preparasyonu sırasında eğe ve dentin duvarları arasındaki temas kanal şekillendirmesini etkilemektedir. Oluşan bu temaslar anlık stres birikmesine neden olmaktadır ve özellikle de kanalın orta kesiminde gözlenmektedir. Yapılan çeşitli çalışmalarda da tek eğe sistemlerinin kök kanal şekillendirilmesinde kullanılmasının daha hızlı bir

şekillendirme yapmaya , kolay ve basit bir kullanım sağlamasına ve kök kanal duvarları üzerinde daha düşük stresler birikmesine neden olduğu gösterilmiştir (Tewari ve ark. 2016 , Tewari ve ark. 2009). Bu aletlerin tek kullanımlık olması çapraz kontaminasyon riskini ve kanal içinde aletlerin kırılma riskini de azaltmaktadır (Yared ve ark. 2008).

Tek eğenin kullanıldığı sistemler resiprokal ve rotasyonel hareket olmak üzere iki farklı çalışma prensibine sahiptir. Resiprokasyon hareketi 2008 yılında yapılan çalışmalarla popülerlik kazanmaya başlamıştır. Yared ptotaper F2 döner aletini resiprokasyon hareketiyle birlikte kullanarak aletin kanal içinde sıkışmasının engellendiğini ve tek bir eğyle kök kanal şekillendirmesinin tamamlanabileceğini göstermiştir (Yared ve ark. 2008).

Resiprokal hareketin metal yorgunluğunu azaltarak, aletin ömrünün uzamasına neden olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Bonessio N ve ark. 2015; Yared G ve ark. 2008; Castelló-Escrivá ve ark. 2012; Plotino ve ark. 2015; Pedullà ve ark. 2013). Rotasyonel hareketle çalışan eğelere göre diş üzerinde daha fazla strese neden olduklarını gösteren çalışmalar da mevcuttur (Priya ve ark. 2014). Bunun yanında resiprokal hareketin orijinal kanal formunu korumada da rotasyonel hareketten daha iyi olduğu gösteren çalışmalar vardır (Giuliani ve ark. 2014; Pereira ve ark. 2012). Berutti ve arkadaşları (2012) ve Franko ve arkadaşları (2011) yaptıkları çalışmalarda resiprokal hareketle çalışan döner aletlerin özellikle apikal bölümde daha merkezde bir şekillendirme sağladığını söylemişlerdir. Ancak bu çalışmalardan farklı olarak resiprokasyonla çalışan ve rotasyonla çalışan eğelere arasında istatistiksel bir fark olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (Mamede-Neto ve ark. 2017; Saberi ve ark. 2018).

Çalışmamızda son zamanlarda kullanıma giren ve farklı üretim teknolojilerine sahip resiprokal veya rotasyonel hareketle çalışan üç ayrı tek eğe döner alet sisteminin etkinliklerini araştırmayı hedefledik.

Kullandığımız tek ege sistemlerinden biri olan Reciproc Blue, orijinal Reciproc egesinin geliştirilmesiyle üretilmiştir. Reciproc Blue orijinal Reciproc egesiyle aynı ölçülere ve aynı s şekilli kesit geometrisine sahiptir. Egelerin ilk 3 mm'deki koniklik açısı %8'dir. Tornalama işleminden sonra egeye uygulanan özel termal işlemlerle ege'nin yorgunluk dayanımı ve esnekliği artmıştır (De-Deus ve ark 2017; Keskin ve ark. 2017). Uygulanan termal işlemler sonucu yüzeyinde oluşan titanyum oksit tabakası egeye mavi rengini vermektedir. Uygulanan termal işlemler sonucu ege'nin alaşımındaki stabil martensit oranının M-wire Reciproc egesine göre daha fazla olduğu düşünülmektedir (Shen ve ark. 2012). Oluşan oksit tabakasının yüzey sertliğini arttırdığı bunun da ege'nin kesme etkinliğini geliştirdiği ve düşük internal sertliğini kompanse ettiği düşünülmektedir (Gao ve ark. 2012). Östenit faz değişim sıcaklığı 36.9 derece, martensit faz değişim sıcaklığı 28.4 derece olması dolayısıyla vücut sıcaklığında martensit ve r fazı bulundurmaktadır; bu da klinik olarak kısıtlı süper elastiklik göstermesini sağlar. Ege kuvvete maruz kaldığında kısmi olarak eski haline döner. Çalışma prensibi resiprokal harekettir.

Kullandığımız diğer tek ege sistemi olan WaveOne Gold egesi, WaveOne egesinin modifiye edilmesiyle üretilmektedir. Hareket kinematiği değişmemiştir ancak egelerin kesit geometrisi egeyi daha esnek hale getirebilmek için iki keskin kenara sahip paraleleogram haline getirilmiştir. Ayrıca debrislerin koronale doğru taşınmasını sağlamak amacıyla Protaper Next egesinde de görülen merkezde konumlanmayan bir tasarım kullanılmıştır. Egelerin ilk üç mm'deki koniklik açıları %7 dir. Egeler üretim öncesi ve sonrası özel ısıt işlemlerden geçirilmektedir. Üretim öncesi Ni-Ti çubukları 3-15 kg stres altında 410-440 derecelik ısı altında termal işleminden geçer. Tornalama sonrasıysa tekrar 120-160 derece arası değişen sıcaklıklarda ısısal işleminden geçirilir. Östenit faz değişim sıcaklığı 40 ve 60 derece arasındadır. Bu sayede ısıt işlem sonucunda ege'nin yüzeyinde biriken titanyum oksit tabakası oluşmaktadır. Bu tabaka egeye altın rengini vermektedir. Çalışma prensibi resiprokal harekettir.

Blue ve Gold wire kanal eğelerinin geleneksel Ni-Ti ve M-Wire kanal eğelerinden önemli derecede daha esnek oldukları (De-Deus ve ark. 2017; Elnaghy ve ark. 2016) ve döngüsel yorgunluk dirençlerinin önemli derecede daha yüksek olduğu bulunmuştur (Elnaghy ve ark. 2016; Keskin ve ark. 2017).

Kullandığımız bir diğer tek eğe sistemi olan Hyflex EDM eğeleri geleneksel metallere göre esnekliği ve döngüsel yorgunluk direnci daha iyi olduğu kanıtlanmış CM telinden, elektriksel deşarj yoluyla üretilirler. Bu teknikle temas olmadan termal erozyon yoluyla eğeye şekil verilir ve sert ve sağlam bir yüzey oluşması sağlanır. Eğelere 300-600 derece ısısal işlemler uygulanmaktadır (Pirani ve ark. 2015). Eğelerin östenit faz değişim sıcaklığı 52 dereceden büyüktür (İacono ve ark. 2017). Eğelerin koniklik açısı üretici firma tarafından 25 / ~ yani şaftı boyunca sürekli değişken olarak bildirilmektedir. Şaftı boyunca 3 farklı kesit geometrisine sahiptir; apikalde dörtgen, orta bölümde trapezoidal ve koronal bölümde üçgen. CM eğeleri M-wire eğelerle karşılaştırıldığında döngüsel yorgunluk dirençlerinin çok daha iyi olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Pireni ve ark. 2015; Pedulla ve ark. 2016). Çalışma prensibi rotasyonel harekettir.

Çalışmamızda gruplar arasında kaldırılan madde miktarlarına bakıldığında Hyflex EDM sisteminin apikal eğim bölgesinde hem eğimin iç tarafından ($P:0,016$ ($P<0,05$)) hem de dış tarafından ($P:0,037$ ($P<0,05$)) Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemlerinden istatistiksel olarak daha az madde kaldırdığı bulunmuştur. Apikal eğim bölgesinde her iki taraftan kaldırılan toplam madde miktarı açısından da aynı sonuca ulaşılmıştır ($P<0,001$). Yani Hyflex EDM sisteminin diğer iki sistemden daha az madde kaldırdığı görülmüştür. Bunun sebebinin Hyflex EDM sisteminin diğer iki sistemin çalışma prensibinden farklı olmasına bağlı olabileceğini düşünmekteyiz. Bunun yanında firmanın tam olarak belirtmediği farklı koniklik açıları da buna sebep olmuş olabilir.

Apikal eğimin hem iç tarafında hem de dış tarafında kaldırılan toplam madde miktarları açısından Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemleri arasında herhangi bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Reciproc Blue eğelerinin ilk 3 mm de koniklik açısı %8 iken WaveOne Gold eğesinin koniklik açısı %7'dir. Bunun yanında WaveOne Gold yilankavi hareket yaparak çalışmaktadır. Bu değişik koniklik açılarına rağmen istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Bununla birlikte Çapar ve arkadaşları (2016)

eğelerin kinematiklerini inceledikleri çalışmalarında WaveOne Gold gibi merkezde konumlanmayan dizaynı olan eğelerin dönme merkezi ve geometrik merkezi aynı ekseninde olan benzer apikal çapları olan eğelere göre daha büyük ‘envelope motion’ gösterdiklerini rapor etmişlerdir. Resiprokal hareket yapan bu iki sistemin apikal eğim bölgesinde istatistiksel bir fark göstermemesinin sebebinin yılankavi hareket yapmasına rağmen WaveOne Gold eğelerinin, Reciproc Blue eğelerine göre daha düşük koniklik açısına sahip olması olduğunu düşünmekteyiz.

Koronal eğimin iç tarafında Hyflex EDM sistemi Reciproc Blue sistemine göre anlamlı olacak şekilde daha az madde kaldırmıştır ($P=0,024$ ($P<0,05$)). Bu bölgede Hyflex EDM ve WaveOne Gold sistemleri arasında ise istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$), aynı şekilde Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Koronal eğimin dış tarafında ise Hyflex EDM sistemi Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemlerine göre istatistiksel olarak anlamlı olacak derecede daha fazla madde kaldırmıştır ($P=0,002$ ($P<0,01$)). Koronal eğim bölgesinde her iki yönden kaldırılan toplam madde miktarına bakıldığında ise Reciproc Blue sistemi WaveOne Gold sistemine göre anlamlı derecede daha fazla madde kaldırmıştır ($p=0,007$ ($P<0,01$)).

Hyflex EDM sisteminin koronal eğim bölgesinde eğimin iç tarafından daha az madde kaldırıp, eğimin dış tarafından daha fazla madde kaldırmasının sebebinin eğelerin şekil hafızası olmayan CM telinden üretilmiş oluşu, diğer iki eğe sisteminin ise azaltılmış şekil hafızasına sahip oluşu olabileceği gibi Hyflex EDM sisteminin rotasyon hareketiyle çalışıyor olması olabileceğini de düşünmekteyiz. Bu durum Hyflex EDM sisteminin biraz sonra açıklayacağımız merkezde kalma oranıyla ilgili elde ettiğimiz olumlu sonuçlarla da uyumludur. Koronal eğim bölgesinde her iki yönden kaldırılan toplam madde miktarına bakıldığında her iki sistem reciprokal hareket yapmasına rağmen Reciproc Blue sisteminin WaveOne Gold sistemine göre daha fazla madde kaldırmasının ise Reciproc Blue eğesinin koniklik açısının daha büyük olmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Pacheco-Yanes (2019) ve arkadaşlarının Reciproc Blue, Reciproc ve XP Shaper sistemlerini J şekilli reçine bloklarda karşılaştırdıkları çalışmalarında her üç grupta da eğimin iç tarafından anlamlı dercede daha fazla madde kaldırıldığını bildirmişlerdir. Pacheco-Yanes ve arkadaşlarının Reciproc Blue dışında kullandıkları sistemler farklı olsa da koronal eğimin iç tarafından daha fazla madde kaldırılması ile ilgili elde ettikleri bulgular bizim çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara benzer niteliktedir.

Koronal düzlük bölgesinde A ve B tarafından kaldırılan madde miktarları arasında herhangi bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$) ancak A ve B tarafından toplam kaldırılan madde miktarı bulgularlarına bakıldığında Hyflex EDM sisteminin Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemlerine göre anlamlı derecede fazla madde kaldırdığı bulunmuştur ($P:0,012$ ($P<0,05$)). Hyflex EDM sisteminin koronal düzlükte istatistiksel olarak daha fazla madde kaldırmasının nedeninin eğelerin koniklik açılarının eğelerin şaftları boyunca değişimine bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Her üç bölgede A ve B tarafından kaldırılan madde miktarlarının toplamına bakıldığında ise herhangi bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Bölgesel düzeyde oluşan farkların şekillendirmenin geneline bakıldığında fark oluşturmamasının nedeninin eğelerin değişken koniklik açılara sahip olmalarıyla açıklanabileceğinin düşünmekteyiz. Hyflex EDM sisteminin apikal eğim bölgesinde daha az fakat koronal düzlük bölümünde daha fazla madde kaldırıyor olması, elde edilen sayısal verilerin birbirilerini kompanse etmesine neden olmuş olabilir. Böylece bölgesel düzeyde görülen farkların kanalın toplamında fark yaratmaması sonucunu doğurmuş olabilir.

Özyürek ve arkadaşları (2017) WaveOne Gold, Hyflex EDM ve Reciproc sistemlerini S şekilli reçine bloklarda karşılaştırdıkları çalışmalarında WaveOne Gold ve Hyflex EDM sistemleri arasında kaldırılan toplam madde miktarı açısından herhangi bir fark bulamamışlardır, bu sonuçlar bizim çalışmamızdaki sonuçlarla uyumludur.

Keskin ve arkadaşları (2018) Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemlerinin şekillendirme etkinliklerini J şekilli reçine bloklarda karşılaştırdıkları çalışmalarında kanalın orta ve koronal bölümünde Reciproc Blue grubunda kaldırılan madde miktarlarının WaveOne Gold grubundakilerden anlamlı derecede fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bunun da WaveOne Gold eğesinin koniklik açısının daha az olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise sadece koronal eğim

bölgesinde benzer bir sonuca ulaşılmıştır. Apikal sonlanma noktasındaysa iki eğenin de apikal çaplarının aynı olmasına rağmen WaveOne Gold eğesinin istatistiksel olarak daha fazla madde kaldırdığını bildirmişlerdir. Bu farklılığın da Çapar ve arkadaşlarının (2016) bildirdiği yılankavi hareket yapan eğelerdeki ‘envelope motion’ olabileceğini söylemişlerdir. Bizim çalışmamızda ise apikal eğim bölgesinde iki eğe sisteminin kaldırdıkları madde miktarı açısından istatistiksel bir fark olmadığı bulunmuştur. Apikal bölgede elde edilen bu farklı sonuçların bizim çalışmamızda S şekilli reçine blok kullanılması, Keskin ve arkadaşlarının çalışmasında ise J şekilli blok kullanılması ve buna bağlı yapay kanalların geometrilerinin farklı olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Apikal eğim bölgesinde bütün sistemler eğimin içine doğru düşük miktarda yer değiştirme yapmıştır ancak yer değiştirme yönü, yer değiştirme miktarı ve merkezde kalma oranı açısından sistemler arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Apikal eğim bölgesinde eğelerin transportasyon ve merkezde kalma oranı açısından olumlu sonuçlar vermesinin sebebinin eğelerin üretimden sonra ısıtılıp işlemde geçirilmiş eğeler olması dolayısıyla esnekliklerinin artmış oluşu ve apikal bölümde eğelerin daha ince olması dolayısıyla esnekliklerinin üst düzeyde oluşuyla açıklanabileceğini düşünmekteyiz.

Radvasnki ve arkadaşlarının (2018) Hyflex EDM, WaveOne Gold, Protaper Universal, Protaper Next ve Hyflex CM sistemlerini L şekilli reçine bloklarda karşılaştırdıkları çalışmalarında en az apikal transportasyon yapan eğenin WaveOne Gold eğesi olduğunu ama sadece WaveOne Gold ve Protaper Universal arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğunu, WaveOne Gold ve Hyflex EDM sistemleri arasında herhangi bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da Radvasnki ve arkadaşlarının bulgularıyla uyumlu şekilde apikal transportasyon açısından WaveOne Gold ve Hyflex EDM arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunamamıştır.

Koronal eğim bölgesindeyse bütün sistemler koronal eğimin iç yüzeyine doğru transportasyon yapmıştır. Bu bulgu Burklein ve arkadaşlarının (2013) yaptıkları literatür taramasındaki kök kanal şekillendirme işlemlerinin genel olarak kanal eğiminin iç tarafından daha fazla madde kaldırılmasına neden olacağı yönündeki tanımlamasıyla da uyumludur. Hyflex EDM sisteminin Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemlerine göre

anlamli derecede daha az eğimin iç tarafına doğru transportasyona neden olduğu görülmüştür ($p:0,006$ ($P<0,01$)). Yine koronal eğim bölgesinde merkezde kalma oranı açısından Hyflex EDM sistemi Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemlerine göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha merkezde konumlanmıştır ($p:0,003$ ($P<0,01$)). Koronal eğim bölgesinde Hyflex EDM sisteminin diğer iki sisteme göre üstün sonuçlar vermesinin sebebinin Hyflex EDM eğesinin; şekil hafızası azaltılmış olan Reciproc Blue ve WaveOne Gold eğelerinden farklı olarak şekil hafızası olmayan ve esnekliği geleneksel Ni-Ti eğelere göre daha iyi olduğu bildirilmiş olan CM telinden üretilmiş oluşu ve diğer iki sistemden farklı olarak rotasyonel hareketle çalışıyor olması olabileceğini düşünmekteyiz.

Wu ve arkadaşları (2000) 0,3 mm seviyesini geçen transportasyon miktarının tedavinin başarısını olumsuz etkileyeceğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz transportasyon miktarları Wu ve arkadaşlarının bildirdiği bu değeri geçmemektedir. Bunun yanında Peters ve ark. (2004) 0.15 mm'ye kadar olan transportasyon miktarının klinik olarak kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda 0.15 mm'yi aşan transportasyon miktarları Reciproc Blue grubunda 4 örnekte ve yine WaveOne Gold grubunda 4 örnekte görülmüştür. Bu konuyla ilgili bulgulara şekillendirme hataları ile ilgili tartışma bölümünde tekrar değinilecektir.

Eğelerin koronale doğru kalınlıklarının arttığı ve esnekliklerinin azaldığı, bunun da koronal şekillendirmelerde daha fazla transportasyona neden olabileceği gösterilmiştir (Gu ve ark. 2017). Ayrıca şekil hafızası azalan eğelerin kanalların orta ve koronal bölümünde daha fazla transportasyona neden olduğu görüşü de bu durumu açıklamaktadır (Coleman ve ark. 1997; Taşdemir ve ark. 2005). Koronale gidildikçe azalan esneklik 8 örnekte koronal eğim bölgesinde görülen tehlike bölgesi oluşumunu da açıklayabilmektedir.

Venino ve arkadaşları (2017) Hyflex EDM ve Protaper Next sistemlerinin şekillendirme etkinliklerini çekilmiş insan molar dişlerinde mikro CT tekniğiyle karşılaştırmışlardır. Hyflex EDM sistemini Protaper Next sistemine göre orta ve koronal bölümler arasında daha fazla merkezde kalan bir preparasyon yaptığını bunun da Hyflex EDM eğesinin CM telinden üretilmiş olmasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Venino ve arkadaşlarının Hyflex EDM sisteminden elde ettikleri olumlu sonuçlar bizim de çalışmamızda Hyflex EDM ile elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir.

Filizola ve arkadaşları (2019) Protaper Universal, Reciproc, Reciproc Blue ve Trushape sistemlerinin çekilmiş insan molar dişinin ileri derecede eğimli mezial kanallarında oluşturdukları geometrik değişiklikleri ve transportasyon miktarlarını Mikro CT tekniğiyle karşılaştırdıkları çalışmalarında, apikal bölümde transportasyon açısından gruplar arasında herhangi bir farklılık bulunamadığını bildirmişlerdir. Orta bölümde Reciproc Blue sisteminin transportasyon değerlerinin Protaper Next ve Trushape sistemlerine göre daha fazla olduğunu, bunun da daha önceki çalışmalarda şekil hafızası azalan eğelerin kanalların orta ve koronal bölümünde daha fazla transportasyona neden olduğu görüşüyle örtüştüğünü bildirmişlerdir (Coleman ve ark. 1997; Taşdemir ve ark. 2005). Reciproc Blue ile ilgili transportasyon açısından elde edilen bu sonuçlar bizim çalışmamızda elde ettiğimiz transportasyon bulgularıyla uyumludur.

Türkistani ve arkadaşlarının (2019) Protaper Next ve Hyflex EDM sistemlerini şekillendirme etkinliklerini çekilmiş insan molar dişlerinin ileri derecede eğimli mezial kanallarında Mikro CT tekniğiyle inceledikleri çalışmalarında iki eğe sisteminin de transportasyona neden olduğunu, bu transportasyonun apikal bölümde daha az koronal bölümde ise daha fazla olduğunu bildirilmişlerdir; bu bulgu bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz koronale doğru artan transportasyon bulgularıyla uyumludur. Koronale doğru transportasyonun artmasının daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bunun da koronale doğru artan eğe kalınlığının esnekliği olumsuz yönde etkilemesiyle alakalı olduğunu belirtmişlerdir. Hyflex EDM sisteminin Protaper Next sistemine göre daha merkezde bir şekillendirme yaptığını ancak aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı bildirmişlerdir. Bu bulgu da bizim çalışmamızda Hyflex EDM ile ilgili elde ettiğimiz merkezde kalma oranı bulgularıyla uyumludur.

Koronal düzlük bölgesinde kullandığımız tek eğe sistemleri arasında transportasyon yönü, transportasyon miktarı ve merkezde kalma oranları açısından istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$).

Gruplar arasında her üç bölgede toplamda yer değiştirme yönü ve merkezde kalma oranları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Ancak her üç bölgenin toplam yer değiştirme miktarına bakıldığında yine Hyflex EDM eğesinin Reciproc Blue ve WaveOne Gold eğelerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az yer değiştirmeye sebep olduğu görülmüştür ($P:0,007$).

($P<0,01$)). Yine Hyflex EDM sisteminin kanalın tamamında istatistiksel olarak daha az transportasyon yapmasının sebebinin daha önce belirttiğimiz gibi CM telinden üretilmiş oluşu ve diğer iki sistemden farklı olarak rotasyonel hareketle çalışması olabileceğini düşünmekteyiz.

Keskin ve arkadaşları (2018) Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemlerinin kaldırdıkları madde miktarını karşılaştırdıkları çalışmada transportasyon miktarlarını da karşılaştırmışlar ve transportasyon açısından karşılaştırılan sistemler arasında istatistiksel olarak bir fark bulamadıklarını bildirmişlerdir; bu sonuç bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlarla uyumludur.

Bürklein ve arkadaşlarının (2019) Reciproc, WaveOne ve bu sistemlerin farklı teknolojiyle üretilmiş yeni nesil üretimleri olan Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemlerini çekilmiş insan molar dişlerinin ileri derecede eğimli köklerini kullanarak karşılaştırmışlardır. Eğelerin kanal eğimlerini düzleştirme (streightening) miktarlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında sistemler arasında istatistiksel olarak bir fark bulamamışlardır. Ancak detaylı incelendiğinde üretim sonrası ısıtılma tutulan eğelerde daha düşük eğim düzleştirme trendi olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da Bürklein ve arkadaşlarının çalışmasının sonuçlarıyla uyumlu olacak şekilde kanalın tamamında transportasyon miktarı ve merkezde kalma oranı açısından Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemleri arasında herhangi bir fark bulunamamıştır.

Maki ve arkadaşları (2019) ve Hofmann (2019) Reciproc ve Reciproc Blue sistemlerini J şekilli reçine bloklarda karşılaştırmışlardır. Maki ve arkadaşları (2019) çalışmalarında merkezde kalma oranları açısından Reciproc Blue grubunun Reciproc grubuna göre daha merkezde kalan bir şekillendirme yaptığını bildirmişlerdir. Bunun da Reciproc Blue eğelerinin üretimden sonra ısıtılma işleminden geçmesine bağlı esnekliğinin daha yüksek olmasına bağlamışlardır. Hofmann (2019) da benzer bir sonuç olarak Reciproc Blue eğelerinin kök kanal eğimine daha sadık kalan bir şekillendirme yaptığını bildirmiştir. Çalışmasında eğimin ortasında eğimin içine doğru transportasyon olduğunu bildirmiştir. Bunu da enstrümanların orijinal şekillerine geri dönme isteğine bağlamıştır. Yeni teknolojiyle üretilmiş Reciproc Blue eğesinin aynı geometrik özelliklere sahip eski nesil Reciproc eğesinden daha iyi sonuçlar almasının nedeninin Reciproc Blue eğesinin sahip olduğu üretim teknolojisine bağlı kazandığı esneklik olabileceğini düşündüklerini bildirmişlerdir. Ayrıca Hofmann (2019) çalışmasında 3 farklı operatör ile şekillendirme

yaparak operatörlerin şekillendirme etkinliği üzerindeki etkilerini incelemiş ve operatörün çalışma sonuçlarını eğelerin özelliklerinden çok daha fazla etkilediğini bildirmiştir.

Pacheco-Yanes ve arkadaşlarının (2019) Reciproc Blue, Reciproc ve XP Shaper sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında kaldırılan madde miktarı yanında merkezde kalma açısından da karşılaştırma yapmışlar ve XP Shaper sistemini Reciproc ve Reciproc Blue sistemlerinden anlamlı dercede daha iyi bulmuşlardır. XP Shaper eğesinin bu özelliğinin eğenin koniklik açısının daha düşük olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Reciproc Blue sistemini ise merkezde kalma açısından Reciproc sisteminden anlamlı dercede daha iyi bulmuşlardır. Bu sonucun Reciproc Blue eğesinin üretim sonrası gördüğü ısıl işleminden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Pacheco-Yanes ve arkadaşlarının yeni teknolojiyle üretilmiş Reciproc Blue eğesinin merkezde kalma açısından elde ettiği olumlu sonuçlar bizim çalışmamızda Reciproc Blue ile ilgili elde ettiğimiz bulgularla benzer niteliktedir.

Pinheiro ve arkadaşları (2018) Hyflex EDM, Prodesign S , Hyflex CM, Protaper Gold ve Prodesign Logic sistemlerinin şekillendirme etkinliklerini ileri derecede eğimli çekilmiş molar dişlerinde Mikro CT tekniğiyle karşılaştırdıkları çalışmalarında en az transportasyon değerlerinin Prodesign Logic ve Hyflex CM sistemleri tarafından; en fazla transportasyon değerlerinin ise Protaper Gold ve Hyflex EDM sistemleri tarafından gerçekleştirildiğini bildirmişlerdir. Bu sonuç bizim çalışmamızda Hyflex EDM sistemiyle elde ettiğimiz transportasyon bulgularıyla farklılık göstermektedir. Araştırmacılar koniklik açıları küçüldükçe aletlerin daha az transportasyona neden olduğu bildirmişlerdir. Bu bilgi Bürklein ve arkadaşlarının (2014) çalışmalarında da vurgulanmıştır. Hyflex EDM sisteminin diğer sistemlerden daha büyük koniklik açısına sahip olmasının bu sonucun oluşmasına neden olmuş olabileceğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz farklı bulgular, yani Hyflex EDM sisteminin diğer iki sistemden daha iyi sonuçlar göstermesinin sebebinin sistemlerin çalışma prensiplerinin farklılığından ziyade Hyflex EDM eğesinin CM telinden üretilmiş olması dolayısıyla şekil hafızasının olmaması olabileceğini düşünmekteyiz. Oluşan transportasyonların yönünün eğimlerin iç yüzeyine doğru olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da Pinheiro ve arkadaşlarının bulgularıyla uyumlu şekilde oluşan transportasyon eğimin iç tarafına doğru oluşmuştur.

Çalışmamızda şekillendirme hatalarına bakıldığında Reciproc Blue grubunda 4 örnekte ve yine WaveOne Gold grubunda 4 örnekte koronal eğim bölgesinde tehlike bölgesi oluşumu görülmüştür. Hyflex EDM grubunda ise herhangi bir şekillendirme hatası görülmemiştir. Hyflex EDM sisteminden elde edilen bu bulgunun transportasyon miktarı ve merkezde kalma oranlarıyla ilgili alınan sonuçlarla da orantılı olduğu görülmektedir. Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemlerinin transportasyon miktarı ve merkezde kalma oranları karşılaştırmalarında alınan sonuçlar da şekillendirme hatalarına bakıldığında tespit edilen benzer sonuçları desteklemektedir.

Al-dhbaan ve arkadaşlarının (2018) Protaper Gold ve WaveOne Gold sistemlerini 10'ar adet L ve S şekilli reçine bloklarda karşılaştırdıkları çalışmalarında WaveOne Gold grubunda 10 L şekilli reçine blok örneğinde 1 tehlike bölgesi, 10 S şekilli reçine blok örneğinde 3 tehlike bölgesi oluşumu gözlemlemiştir. Bizim çalışmamızda da her grupta 13 adet S şekilli reçine blok kullanılmış ve WaveOne gold grubunda 4 adet örnekte tehlike bölgesi oluşumu gözlenmiştir. Bu bulgu Al-dhbaan ve arkadaşlarının bulgularıyla orantısız benzerlik göstermektedir.

Eğelerin toplam şekillendirme süresinin kullanılan alet sayısına, kullanılan eğelerin geometrik tasarımlarına ve operatörün deneyimi gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebileceği bildirilmiştir (Hülsmann ve ark. 2005). Çalışmamızda ölçülen toplam şekillendirme süreleri literatürde belirtildiği gibi eğelerin aktif olarak kullanıldığı süre, eğelerin yivlerinin temizlenmesi ve yıkama solüsyonlarıyla irrigasyon yapılan sürenin toplamı olarak hesaplanmıştır (Bürklein ve ark. 2013; Schäfer ve ark. 2006). Çalışmamızda WaveOne Gold eğesi Reciproc Blue ve Hyflex EDM eğelerine göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha kısa sürede şekillendirme sağlamıştır ($P<0,001$). Reciproc Blue eğesi ise Hyflex EDM eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha kısa sürede şekillendirmeyi tamamlamıştır ($P<0,001$). Çalışmamızda resiprokal hareketle çalışan WaveOne Gold ve Reciproc Blue eğelerinin rotasyonel hareketle çalışan Hyflex EDM eğesine göre daha kısa sürede şekillendirmeyi bitirdiği görülmüştür. Literatürde resiprokal hareket ve rotasyonel hareket yapan eğeleri şekillendirme süresi açısından karşılaştıran çalışmalara bakıldığında iki çalışma prensibi ile çalışılan sistemler açısından tam bir sonuca ulaşamadığı görülmektedir (Agarwal ve ark. 2015; Saleh ve ark. 2014; Zeng ve ark. 2014; Saber ve ark. 2014). Yine çalışmamızda resiprokal hareketle çalışan iki sistem

arasında ise yılankavi hareket yapan WaveOne Gold eğesinin Reciproc Blue eğesinden daha kısa sũrede Şekillendirmeyi bitirdiği gũrũlmũŕtũr. Fakat literatũrde daha ũnce yapılan çalışmalara bakıldığında yılankavi hareketle çalışan sistemlerin daha hızlı Şekillendirme yaptığını gũsteren çalışmalar olduğu gibi (Saber ve ark. 2014), diğer sistemlerle arasında herhangi bir fark olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (Bũrklein ve ark. 2019). Literatũrdeki bu bilgilerin ışığında, çalışma sũreleriyle ilgili bulguların sistemlerin çalışma prensiplerinin yanında, operatũrlerin etkisine ve/veya oluşturulan çalışma dũzeneklerine bağlı olabileceği de akla gelmektedir.

Elashiry ve arkadaşları (2020) yaptıkları çalışmada Reciproc Blue, WaveOne Gold ve Hyflex EDM sistemlerinin apikal debris çıkışının yanında Şekillendirme sũrelerini de karşılaştırdıkları çalışmalarında WaveOne Gold sisteminin diğer iki sisteme gũre daha hızlı Şekillendirme yaptığını, en uzun sũrede Şekillendirme yapan sistemin ise Hyflex EDM olduğunu bildirmişlerdir. Bu bulgu bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgularla benzer niteliktedir.

Bũrklein ve arkadaşları (2019) Reciproc, WaveOne, Reciproc Blue ve WaveOne Gold sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında eğelerin kanal eğimlerini dũzleřtirme etkilerinin incelenmesi yanında Şekillendirme sũrelerini de karşılaştırmışlar ve Şekillendirme sũresi açısından istatistiksel bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Daha ũnceki yıllarda Reciproc ve WaveOne ile yapılan Şekillendirme sũrelerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda ise sistemler arasında fark bulunduğu, bunun da operatũr farkından kaynaklanıyor olabileceği bildirilmiştir (Periera ve ark. 2012; Bũrklein ve ark. 2012). Bizim yaptığımız çalışmada ise sistemlerin çalışma sũreleri bakımından WaveOne Gold sisteminin Reciproc Blue sistemine gũre daha kısa sũrede Şekillendirmeyi tamamlamasının nedeni olarak WaveOne Gold sisteminin yılankavi hareket yapan tasarımı yanında araştırmacıların ũngũrdũđũ gibi operatũr farkından da kaynaklanmış olabileceğini dũřũnmekteyiz.

Al-dhbaan ve arkadaşları (2018) yaptıkları çalışmalarında Şekillendirme hatalarının yanında Şekillendirme sũresini de incelemişler ve WaveOne Gold sisteminin Protaper Gold sistemine gũre istatistiksel olarak daha kısa sũrede Şekillendirmeyi tamamladığını bildirilmişlerdir. Fakat bu farkın bizim çalışmamızdan daha farklı bir sebebe dayandığını yani WaveOne Gold sisteminin tek eğeden oluşan bir sistem,

Protaper Gold sisteminin ise çok e eden oluşan bir sistem olmasından kaynakladığını bildirmişlerdir.

NiTi döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinliklerini değerlendirmek komplike bir süreçtir çünkü, şekillendirme sonuçlarına etki eden birbirleriyle ilişkili birçok farklı faktör vardır. Alaşımların metalürjik özellikleri yanında aletlerin tasarım özellikleri, boyutları, kullanım şekilleri ve sistemde kullanılan aletlerin sırası bu faktörler arasındadır (Peters ve ark. 2001; Peters ve ark. 2003; Peters ve ark. 2011; Wu ve ark. 2015; Zhao ve ark. 2013; Zhao ve ark. 2014). Sistemlerin şekillendirme etkinliklerinin birebir kıyaslanabilmesi için bütün bu faktörlerin mümkün olduğunca standardize edilebilmesi gerekmektedir. Ancak, günümüzde piyasada var olan sistemler göz önüne alındığında, çalışmamızda değerlendirilen farklı teknolojiler kullanılarak üretilmiş NiTi döner alet sistemlerinin bütün bu özelliklerinin farklılık gösterebileceği bir gerçektir. Bununla birlikte, deneysel koşulların klinik şartlara uyarlanması da ayrı bir faktördür. Deneysel koşullardan elde edilen bulgular çoğu zaman klinik sonuçlara paralellik gösterir ve önemli fikirler verirler. Standart reçine bloklarda yaptığımız bu çalışmanın aynı parametrelerle çekilmiş dişlerde de yapılması ve örneğin mikro CT gibi başka inceleme yöntemleriyle de test edilmesi de ayrı bir ışık tutacaktır. Ayrıca, aynı aletler ile yapılan klinik uygulamalar ve retrospektif çalışmalar başarı irdelemeleri konusunda da perspektif katacaktır.

Çalışmamızın bulguları toplu olarak değerlendirildiğinde sonuç olarak;

Sadece apikal eğim bölgesi göz önüne alındığında Hyflex EDM sisteminin diğer iki eğe sitemine göre daha az madde kaldırdığı ancak karşılaştırılan sistemlerin transportasyon ve merkezde kalma oranı açısından aralarında herhangi bir fark bulunmadığı görölmektedir.

Eğelerin özellikle koronal eğim bölgesinde eğimin iç tarafına doğru transportasyon yaptığı gözlenmiştir, ancak bu değerlerin Wu ve arkadaşlarının (2000) belirttikleri 0,3 mm'lik tedavi sonuçlarını etkileyebilecek transportasyon miktarını geçmediği görölmüştür. Bu transportasyon miktarı Hyflex EDM sisteminde istatistiksel olarak daha az bulunmuştur. Her üç bölgenin toplam transportasyon miktarına

bakıldığında da Hyflex EDM sisteminin diğer iki sisteme göre daha az transportasyona neden olduğu bulunmuştur. Yine bu bulgu Hyflex EDM sisteminin daha merkezde kalan bir şekillendirme yaptığı bulgularıyla da örtüşmektedir. Bunun da Hyflex EDM eğerinin CM telinden üretilmiş olması ve buna bağlı olarak şekil hafızasının olmaması olabileceğini düşünmekteyiz.

Her üç grupta da apikal bölümde merkezde kalma oranının koronal eğimdeki değerlerden daha yüksek olmasının nedeninin, eğelerin apikal bölümde daha ince olması ve aynı zamanda eğelerin apikal bölümlerinin, daha kalın olan orta ve koronal bölümlere göre daha esnek olmasıyla açıklanabileceği düşünülmüştür. Elde edilen bu bulgular Gu ve arkadaşlarının 2017’de yaptıkları çalışmalarında, eğelerin koronale doğru kalınlıklarının arttıkça esnekliklerinin azaldığı ve koronal şekillendirmelerde daha fazla transportasyona neden olabildiği yönündeki tanımlamalarıyla da uyum sağlamaktadır. Ayrıca şekil hafızası azalan eğelerin kanalların orta ve koronal bölümünde daha fazla transportasyona neden olduğu görüşü de bu duruma katkı sağlamaktadır (Coleman ve ark. 1997; Taşdemir ve ark. 2005). Koronale gidildikçe azalan esneklik 8 örnekte koronal eğim bölgesinde görülen tehlike bölgesi oluşumunu da açıklamaya katkı sağlamaktadır.

Sadece koronal düzlük bölgesine bakıldığında Hyflex EDM sisteminin daha fazla madde kaldırdığı ancak transportasyon miktarı ve merkezde kalma oranı açısından sistemler arasında herhangi bir fark olmadığı görülmüştür.

Şekillendirme sürelerine bakıldığında WaveOne Gold sisteminin en hızlı şekillendirmeyi sağladığı, en uzun şekillendirme süresinin ise Hyflex EDM sisteminde olduğu görülmüştür.

Elde ettiğimiz sonuçları klinik pratiğine yansıtmak gerekirse genel olarak her üç sistemin de güvenle kullanılabileceği fakat eğimin S şekilli gibi olduğu durumlarda Hyflex EDM sisteminin transportasyon miktarını azaltmak ve daha merkezde konumlanan bir şekillendirme sağlamak açısından faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

6. KAYNAKLAR

- Abou-Rass, M., Frank, A.L., Glick, D.H. (1980). The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *Journal of the American Dental Association*, 101, 792–794.
- Abou-Rass M, Jastrab RJ. The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. *J Endod*. 1982;8(2):78-82.
- Ahmad M.. The validity of using simulated root canals as models for ultrasonic instrumentation. *J. Endod.*: 15, 544–7, 1989.
- Agarwal RS, Agarwal J, Jain P, Chandra A. Comparative Analysis of Canal Centering Ability of Different Single File Systems Using Cone Beam Computed Tomography- An In-Vitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(5):ZC06-ZC10. doi:10.7860/JCDR/2015/12097.5863
- Alodeh MHA, Doller R, Dummer PMH. Shaping of simulated root canals in resin blocks using the step-back technique with K-files manipulated in a simple in/out motion. *Int Endod J* 1989;22:107-17.
- Al-Dhbaan AA, Al-Omari MA, Mathew ST, Baseer MA. Shaping ability of ProTaper gold and WaveOne gold nickel-titanium rotary file in different canal configurations. *Saudi Endod J* 2018;8:202-7
- Al-Sudani D, Grande NM, Plotino G, et al. Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments in a double (S-shaped) simulated curvature. *J Endod* 2012;38: 987–9
- Anderson, M.E., Price, J.W., Parashos, P. (2007). Fracture resistance of electropolished rotary nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 33, 1212-1216.
- Bergmans L, VanCleynebreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2003;36:288–295.
- Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, et al. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J Endod* 2012;38:101–4.
- Bhagabati N , Yadav S, Talwar S. An in vitro cyclic fatigue analysis of different endodontic nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2012;38:515–8.
- Bier, C. A. S., et al., The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation, *J Endod*, 35(2), s. 236- 238, 2009.

- Bonessio N, Pereira ESJ, Lomiento G, Arias A, Bahia MGA, Buono VTL, Peters OA. Validated finite element analyses of WaveOne Endodontic Instruments: a comparison between M-Wire and NiTi alloys. *Int Endod J*. 2015 May;48(5):441-50.
- Bramante, C.M., Berbert, A., Borges, R.P. (1987). A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *Journal of Endodontics*, 13, 243-245.
- Bryant ST, Thompson SA, Al-Omari MAO, Dummer PMH. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J* 1998;31:282-9.
- Buehler, W.J., Cross, W.B. (1969). 55-Nitinol unique wire alloy with memory. *Wire J*, 2, 41–49.
- Burroughs JR1, Bergeron BE, Roberts MD, Hagan JL, Himel VT. Shaping ability of three nickel-titanium endodontic file systems in simulated S-shaped root canals. *J Endod*. 2012 Dec;38(12):1618-21.
- Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*. 2012;45:449 – 61.
- Burklein S, Shafer E. Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. *Endod Topics*. 2013;29:110-124.
- Bürklein, S., Benten, S., Schäfer, E. (2013). Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *International Endodontic Journal*, 46, 590-597.
- Bürklein, S., Börjes, L., Schäfer, E. (2014). Comparison of preparation of curved root canals with HyFlex CM and Revo-S rotary nickel-titanium instruments. *International Endodontic Journal*, 47, 470-476.
- Bürklein, S., Poschmann, T., Schäfer, E. (2014). Shaping ability of different nickel-titanium systems in simulated S-shaped canals with and without glide path. *Journal of Endodontics*, 40, 1231-1234.
- Bürklein S, Flüch S, Schäfer E. Shaping ability of reciprocating single-file systems in severely curved canals: WaveOne and Reciproc versus WaveOne Gold and Reciproc blue. *Odontology*. 2019 Jan;107(1):96-102.

- Byström, A., Sundqvist G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal*, 18, 35-40.
- Byström, A., Sundqvist, G. (1981). Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 89, 321-328.
- Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod*. 1988;14(6):273-277.
- Castelló-Escrivá R, Alegre-Domingo T, Faus-Matoses V, Román-Richon S, Faus-Llácer VJ. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of ProTaper, WaveOne, and Twisted Files. *J Endod* 2012;11:1521-4.
- Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod* 1997;23:232-5.
- Cunningham CJ1, Senia ES. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod*. 1992 Jun;18(6):294-300.
- Çapar ID, Arslan H. A review of instrumentation kinematics of engine-driven nickel-titanium instruments. *Int Endod J*. 2016;49(2):119-135. doi:10.1111/iej.12432
- Dalton, B.C., Orstavik, D., Phillips, C., Pettiette, M., Trope, M. (1998). Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 24, 763-767.
- De-Deus G, Silva EJ, Vieira VT, Belladonna FG, Elias CN, Plotino G, et al. Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the Reciproc files. *J Endod* 2017; 43: 462-466.
- Dummer P. M., M. H. Alodeh, M. A. al-Omari. A method for the construction of simulated root canals in clear resin blocks. *Int. Endod. J.*: 24, 63-6, 1991.
- Elashiry M M, Saber S E, Elashry S H. Apical extrusion of debris after canal shaping with three single-file systems. *Niger J Clin Pract* 2020;23:79-83
- Elnaghy AM, Elsaka SE. Mechanical properties of ProTaper Gold nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J*. 2016;49:1073-8.
- Ersev, H., Yilmaz, B., Ciftçioğlu, E., Ozkarsli S.F. (2010) A comparison of the shaping effects of 5 nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals.

- Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics, 109, 86-93.
- Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod* 1995;21:173–6
- Filizola de Oliveira DJ, Leoni GB, da Silva Goulart R, Sousa-Neto MD, Silva Sousa YTC, Silva RG. Changes in Geometry and Transportation of Root Canals with Severe Curvature Prepared by Different Heat-treated Nickel-titanium Instruments: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod*. 2019 Jun;45(6):768-773.
- Franco V, Fabiani C, Taschieri S, et al. Investigation on the shaping ability of nickel–titanium files when used with a reciprocating motion. *J Endod* 2011;37:1398–401.
- Gao Y, Gutmann JL, Wilkinson K, Maxwell R, Ammon D (2012) Evaluation of the impact of raw materials on the fatigue and mechanical properties of ProFile vortex rotary instruments. *J Endod* 38(3):398–401. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics* 2005;10:77-102
- Gavini da Silva Limoeiro AG, Dos Santos AH, De Martin AS, et al. Micro-Computed Tomographic Evaluation of 2 Nickel-Titanium Instrument Systems in Shaping Root Canals. *J Endod*. 2016;42(3):496-499.
- Gavini G, Santos MD, Caldeira CL, et al. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res*. 2018;32(suppl 1):e67. Published 2018 Oct 18.
- Giuliani V, Di Nasso L, Pace R, Pagavino G. Shaping ability of WaveOne primary reciprocating files and ProTaper system used in continuous and reciprocating motion. *J Endod*. 2014;40:1468–1471.
- Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 1995;21:146–51.
- Gu Y, Kum KY, et al. Various heat-treated nickel–titanium rotary instruments evaluated in S-shaped simulated resin canals. *J Dent Sci* 2017 Mar 1;12(1):14–20.

- Gutierrez, J.H., Garcia, J. (1968). Mikroskopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology*, 25, 108-116.
- Hofmann N. Both operator and heat treatment determine the centring ability of Reciproc® files in vitro. *Clin Oral Investig*. 2019 Feb;23(2):697-706.
- Hou X, Yahata Y, Hayashi Y, Ebihara A, Hanawa T, Suda H. Phase transformation behaviour and bending property of twisted nickel-titanium endodontic instruments. *Int Endod J*. 2011;44(3):253-258. doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01818.x
- Hülsmann M, Rummelin C, Schäfers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod*. 1997;23(5):301-306.
- Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endod*. 1999;25(9):599-602.
- Hülsmann, M., Peters, O.A., Dummer, P.M.H. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10, 30–76.
- Iacono F, Pirani C, Generali L, et al. Structural analysis of HyFlex EDM instruments. *Int Endod J*. 2017;50:303–313.
- Ingle, J.I. (1961). A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology*, 14, 83-91.
- Jafarzadeh, H., Abbott P.V. (2007) Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *Journal of Endodontics*, 33, 1155-1162.
- Karataş E, Arslan H, Büker M, Seçkin F, Çapar ID. (2016) Effect of movement kinematics on the cyclic fatigue resistance of nickel-titanium instruments. *Int. Endod. J*, 49, 361-64.
- Keskin C, Inan U, Demiral M, Keles A. Cyclic fatigue resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold reciprocating instruments. *J Endod* 2017; 43: 1360-1363.
- Keskin C, Demiral M, Sarıyılmaz E. Comparison of the shaping ability of novel thermally treated reciprocating instruments. *Restor Dent Endod*. 2018 Mar 3;43(2):e15.

- Li UM, Lee BS, Shih CT, et al. Cyclic fatigue of endodontic nickel titanium rotary instruments: static and dynamic tests. *J Endod* 2002;28:448–5
- Madureira, R.G., Forner Navarro, L., Llana, M.C., Costa, M. (2010). Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped root canals. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics*, 109, e136-144.
- Maki K, Ebihara A, Kimura S, Nishijo M, Tokita D, Miyara K, Okiji T. Enhanced root canal-centering ability and reduced screw-in force generation of reciprocating nickel-titanium instruments with a post-machining thermal treatment. *Dent Mater J*. 2019 Nov 13.
- Mamede-Neto I, Borges AH, Guedes OA, de Oliveira D, Pedro FL, Estrela C Root canal transportation and centering ability of nickel-titanium rotary instruments in mandibular premolars assessed using cone-beam computed tomography. *Open Dent J* 2017;11:71–78.
- Metzger, Z., Basrani, B., Goodis, H.E. (2011) *Instruments, Materials and Devices*. İçinde. Hargreaves, K.H., Cohen, S., Berman, L.H. *Cohen's Pathways of the Pulp* (10th ed). St.Louis: Mosby Elsevier; 223-282.
- Mizrahi SJ, Tucker JW, Seltzer S. A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments. *J Endod*. 1975;1(10):324-333.
- Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *J Endod*. 2017 May;43(5):805-809.
- Pacheco-Yanes J, Gazzaneo I, Pérez AR, Armada L, Neves MAS. Transportation assessment in artificial curved canals after instrumentation with Reciproc, Reciproc Blue, and XP-endo Shaper Systems. *J Investig Clin Dent*. 2019 Aug;10(3):e12417.
- Patterson S. S.. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surgery, Oral Med. Oral Pathol.*: 16, 83–103, 1963.
- Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2013;2:258-61.

Pedulla E, Savio Lo F, Boninelli S, et al. Torsional and cyclic fatigue resistance of a new nickel-titanium instrument manufactured by electrical discharge machining. *J Endod* 2016;42:156–9.

Pereira ES, Peixoto IF, Viana AC, Oliveira II, Gonzalez BM, Buono VT, et al. Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *Int Endod J* 2012; 45: 469-474.

Pereira ÉS, Viana AC, Buono VT, Peters OA, Bahia MG. Behavior of nickel-titanium instruments manufactured with different thermal treatments. *J Endod.* 2015;41(1):67-71. doi:10.1016/j.joen.2014.06.005

T

Peters, O.A., Peters, C.I., Schönenberger, K., Barbakow, F. (2003). ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by Micro CT. *International Endodontic Journal*, 36, 86-92.

Peters OA Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of Endodontics* (2004) 30, 559-67.

Peters OA, Boessler C, Paque F. (2010) Root canal preparation with a novel nickel-titanium instrument evaluated with micro-computed tomography: canal surface preparation over time. *J Endod*, 36(6), 1068-72.

Pinheiro SR, Alcalde MP, Vivacqua-Gomes N, Bramante CM, Vivan RR, Duarte MAH, Vasconcelos BC. Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *Int Endod J.* 2018 Jun;51(6):705-713.

Pirani C, Iacono F, Generali L, et al. HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2015;49:483–93.

Plotino G, Ahmed HM, Grande NM, Cohen S, Bukiet F. Current assessment of reciprocation in endodontic preparation: A comprehensive review—Part II: Properties and effectiveness. *J Endod* 2015;41:1939-50.

Priya NT, Chandrasekhar V, Anita S, et al. "Dentinal microcracks after root canal preparation" a comparative evaluation with hand, rotary and reciprocating instrumentation. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(12)

Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997;23(2):77-85.

- Radwański M, Łęski M, Pawlicka H. The influence of the manufacturing process of rotary files on the shaping of L-shaped canals. *Dent Med Probl.* 2018 Oct-Dec;55(4):389-394. doi: 10.17219/dmp/95201.
- Ruddle CJ. FOCUS ON: Endodontics. *Dent Today.* 2016;35(6):18.
- Saberi E, Farhad-Mollashahi N, Bijari S, Daryaeian M. Comparative evaluation of root canal transportation by three NiTi single-file systems in curved canals: a cone beam computed tomography study. *Int J Dent* 2018;4151692–4151696.
- Saber SE, Nagy MM, Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2015;48(1):109-114. doi:10.1111/iej.12289
- Saleh AM, Vakili Gilani P, Tavanafar S, Schäfer E. Shaping ability of 4 different single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2015;41(4):548-552. doi:10.1016/j.joen.2014.11.019
- Schäfer E., J. Tepel, W. Hoppe. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. *J. Endod.*: 21, 493–7, 1995.
- Schäfer, E., Erler, M., Dammaschke, T. (2006). Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *International Endodontic Journal*, 39, 196-202.
- Schäfer, E., Dammaschke, T. (2009). Development and sequelae of canal transportation. *Endodontic Topics*, **15**, 75-90.
- Schilder, H. (1974) Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clinics of North America*, 18, 269-296.
- Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1971;32:271–5
- Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Effect of environment on fatigue failure of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2012; 38: 376- 380.
- Shen, Y., Zhou, H.M., Wang, Z., Campbell, L., Zheng, Y.F., Haapasalo, M. (2013). Phase transformation behavior and mechanical properties of thermomechanically treated K3XF nickel-titanium instruments. *Journal of Endodontics*, 39, 919-923.

- Singh S, Abdul MSM, Sharma U, Sainudeen S, Jain C, Kalliath JT. An in vitro Comparative Evaluation of Volume of Removed Dentin, Canal Transportation, and Centering Ratio of 2Shape, WaveOne Gold, and ProTaper Gold Files Using Cone-Beam Computed Tomography. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2019 Sep 30;9(5):481-485.
- Southard, D.W., Oswald, R.J., Natkin, E. (1987). Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *Journal of Endodontics*, 13, 479-489.
- Şen, B. H., Endodontide Problemler- Etiyoloji, Tanı ve Tedavi (çev). Quintessence Yayıncılık, 546. 2014.
- Taşdemir T, Aydemir H, Inan U, et al. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni–Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. *Int Endod J* 2005;38:402–8.
- Tewari, R. K., et al., Mechanical reduction of the intracanal *Enterococcus faecalis* population by HyFlexTMCM, K3XF, ProTaper Next, and two manual instrument systems: an in vitro comparative study, *J Investig Clin Dent*, 7(2), s. 168-173, 2016.
- Thompson, M., et al., Evaluation of a new filing system's ability to maintain canal morphology, *J Endod*, 40(6), s. 867-870, 2014.
- Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J*. 2000;33:297-310.
- Trope M, Langer I, Maltz D, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated premolars. *Endod Dent Traumatol*. 1986;2(1):35-38.
- Turkistani AK, Gomaa MM, Shafei LA, Alsofi L, Majeed A, AlShwaimi E. Shaping Ability of HyFlex EDM and ProTaper Next Rotary Instruments in Curved Root Canals: A Micro-CT Study. *J Contemp Dent Pract*. 2019 Jun 1;20(6):680-685.
- Van der Vyver PJ, Paleker F, Vorster M, de Wet FA. Root Canal Shaping Using Nickel Titanium, M-Wire, and Gold Wire: A Micro-computed Tomographic Comparative Study of One Shape, ProTaper Next, and WaveOne Gold Instruments in Maxillary First Molars. *J Endod*. 2019 Jan;45(1):62-67.
- Varela-Patino P, Martin Biedma B, Rodriguez N, Cantatore G, Malentaca A, Ruiz-Pinon M. (2008) Fracture rate of nickel-titanium instruments using continuous versus alternating rotation. *Endod Pract Today*, 2(3), 193-7.

- Venino PM, Citterio CL, Pellegatta A, Ciccarelli M, Maddalone M. A Micro-computed Tomography Evaluation of the Shaping Ability of Two Nickel-titanium Instruments, HyFlex EDM and ProTaper Next. *J Endod.* 2017 Apr;43(4):628-632.
- Venturi M, Prati C, Capelli G, Falconi M, Breschi L. A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique. *Int Endod J.* 2003;36(1):54-63
- Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58(5):589-599.
- Waila, H.M., Brantley, W.A., Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of Endodontics*, 14, 346-351.
- Waltimo T, Trope M, Haapasalo M, Ørstavik D. Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J Endod.* 2005;31(12):863-866.
- Weber MT, Stratz N, Fleiner J, Schulze D, Hannig C. Possibilities and limits of imaging endodontic structures with CBCT. *Swiss Dent J.* 2015;125(3):293-311
- Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1969;28(3):419-425.
- Weine, F.S., Kelly, R.F., Lio, P.J. (1975). The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *Journal of Endodontics*, 1, 255-262.
- Wu M. K., B. Fan, P. R. Wesselink. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: effects of apical transportation on seal of root fillings. *J. Endod.*: 26, 210–216, 2000.
- Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J.* 2008;41:339–344.
- Yared G. Reciproc blue: the new generation of reciprocation. *Giornale italiano Endod.* 2017;31(2):96-101.
- Young, G.R., Parashos, P., Messer, H.H. (2007). The principles of techniques for cleaning root canals. *Australian Dental Journal*, 52 (1 suppl), S52-S63
- Zeng Y, Gu L, Cai Y, Chen D, Wei X. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2014;49(11):657-661.

- Zhang L, Luo HX, Zhou XD, et al. The shaping effect of the combination of two rotary nickel-titanium instruments in simulated S-shaped canals. J Endod 2008;34:456–8.
- Zhou, H., Peng, B., Zheng, Y. (2013). An overview of the mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments. Endodontic Topics, 29, 42-54.



7. ETİK KURUL KARARI



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



Sayı :300

07.06.2018

Konu : Prof.Dr.Seçkin Dindar

Sayın Prof.Dr. Seçkin Dindar
Endodonti Anabilim Dalı

İlgi: İÜ Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nın 02/03/2018 gün ve 83526 sayılı yazısı

Sorumlu araştırmacılığını üstlendiğiniz 2018/60 dosya nolu "Farklı teknolojiler kullanılarak üretilmiş farklı çalışma prensibine sahip güncel nikel- titanyum esaslı tek eğe döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinliklerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi" başlıklı çalışma kurulumuzun 07/06/2018 tarih ve 71 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof.Dr. Faruk Haznedaroğlu
İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Klinik
Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

Eki: İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu Karar Formu

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı teknolojiler kullanılarak üretilmiş farklı çalışma prensibine sahip güncel nikel- titanyum esaslı tek eğe döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinliklerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2018/60

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	TELEFON	4142020-30326
	FAKS	4142564
	E-POSTA	disheketikkurul@istanbul.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ

KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.Seçkin Dindar			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Endodonti Anabilim Dalı			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı			
VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-			
DESTEKLEYİCİ	Üniversite			
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	-			
DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
	FAZ 2	☐		
	FAZ 3	☐		
	FAZ 4	☐		
	Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
	Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
	İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
	İlaç dışı klinik araştırma	X		
	Diğer ise belirtiniz			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ X	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL X	ULUSLARARASI ☐

Prof. Dr. Faruk Haznedaroğlu (Başkan)

İmza:



Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı teknolojiler kullanılarak üretilmiş farklı çalışma prensibine sahip güncel nikel- titanyum esaslı tek ege döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinliklerinin karşılaştırılmalı olarak incelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2018/60

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	04.06.2018	2018/60	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı			Açıklama		
	SIGORTA	☐				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	X				
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐				
	ILAN	☐				
	YILLIK BİLDİRİM	☐				
	SONUÇ RAPORU	☐				
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐				
DİĞER:	X		Anabilim Dalı Başkanlığından Üst yazı ve Akademik Kurul Kararı, taahhütname ,BAP yazısı,literatür örneği, özgeçmiş, cd.			
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:300	Tarih: 07.06.2018				
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.					

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	PROF. DR. FARUK HAZNEDAROĞLU

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Faruk Haznedaroğlu	Endodonti	I.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi(BAŞKAN)	E X K ☐	E ☐	H X	E X	H ☐	
Prof. Dr. Gamze Aren	Pedodonti	I.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi(BAŞKAN Y.)	E ☐ K X	E ☐	H X	E X	H ☐	
Prof. Dr. Levent Ertuğrul	Fizyoloji	I.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi	E X K ☐	E ☐	H X	E ☐	H X	
Prof. Dr. Mustafa Demirci	Restoratif Diş Tedavisi	I.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E X K ☐	E ☐	H X	E X	H ☐	
Prof. Dr. İlknur Özcan	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	I.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K X	E ☐	H X	E X	H ☐	
Prof. Dr. Funda Yalçın	Periodontoloji	I.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K X	E ☐	H X	E X	H ☐	
Prof. Dr. Nil Cura	Ortodonti	I.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K X	E ☐	H X	E X	H ☐	
Prof. Dr. Fatma Gülbahar Işık	Protetik Diş Tedavisi	I.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K X	E ☐	H X	E X	H ☐	
Prof. Dr. Yusuf Emes	Ağız, Diş-Çene Hastalıkları Cerrahisi	I.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E X K ☐	E ☐	H X	E ☐	H X	
Op. Dr. Ahmet Kocakuşak	Genel Cerrah	S.B Haseki Eğitim	E X K ☐	E ☐	H X	E X	H ☐	

Prof. Dr. Faruk Haznedaroğlu (Başkan)

İmza:



Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Farklı teknolojiler kullanılarak üretilmiş farklı çalışma prensibine sahip güncel nikel- titanyum esaslı tek eğe döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinliklerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi							
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		2018/60							
Y.Doç.Dr. Pembe Çağatay	Biyostatistik	I.Ü. Sağlık Hizmetleri Mes.Yük Okulu	E ☐	KX	E ☐	H X	E X	H ☐	<i>Q</i>
Doç.Dr.Güçlü Akyürek	Hukuk	MEF.Ü.Hukuk Fak	E X	K ☐	E ☐	H X	E ☐	H X	
Doç.Dr.Zeliha Pala Kara	Farmakoloji	I.Ü.Eczacılık Fakültesi	E ☐	KX	E ☐	H X	E X	H ☐	<i>W</i>
Zahide Yonca Onur	Finansman	MDT Müh. LTD	E ☐	KX	E ☐	H X	E ☐	H X	

*:Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Faruk Haznedaroğlu (Başkan)

İmza:



Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

8. İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

FARKLI TEKNOLOJİLER KULLANILARAK ÜRETİLMİŞ FARKLI
ÇALIŞMA PRENSİBİNE SAHİP GÜNCEL NİKEL-TİTANYUM
ESASLI TEK EĞE DÖNER ALET SİSTEMLERİNİN
ŞEKİLLENDİRME ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMALI
OLARAK İNCELENM

ORIJINALLIK RAPORU

% 13	% 4	% 2	% 12
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	%8
2	tod2018.org İnternet Kaynağı	%1
3	Submitted to Selçuk Üniversitesi Öğrenci Ödevi	%1
4	Submitted to Gaziantep Aniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
5	Submitted to Marmara University Öğrenci Ödevi	<%1
6	issuu.com İnternet Kaynağı	<%1
7	acikerisim.selcuk.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Uğur	Soyadı	Aksoy
Doğ.Yeri	Edirne	Doğ.Tar.	02.01.1990
Email	dtuguraksoy@gmail.com	Uyruğu	Türkiye

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora		
Yük.Lis.		
Lisans	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	2015
Lise	Vefa Anadolu Lisesi	2008

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜDS Puanı	(Diğer) Puanı
İngilizce	Çok iyi	iyi	iyi		76 (YDS)

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin