

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

**KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİ
SIRASINDA DÖNER ALETLER VE EL EĞELERİ İLE
KÖK KANAL DOLGUSUNU UZAKLAŞTIRMA
ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Doktora Tezi

Berdan AYDIN

DANIŞMAN

Prof. Dr. M.Kemal ÇALIŞKAN

İZMİR

2007

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

**KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİ
SIRASINDA DÖNER ALETLER VE EL EĞELERİ İLE
KÖK KANAL DOLGUSUNU UZAKLAŞTIRMA
ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Diş Hastalıkları Tedavisi Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Berdan AYDIN

DANIŞMAN

Prof. Dr. M.Kemal ÇALIŞKAN

İZMİR

2007

DEĞERLENDİRME KURULU ÜYELERİ

(Adı Soyadı)

(İmza)

Başkan: Prof. Dr. M. Kemal ÇALIŞKAN	
Üye: Prof. Dr. Beyser PİŞKİN	
Üye: Prof. Dr. Pelin GÜNERİ	
Üye: Prof. Dr. Necdet ERDİLEK	
Üye: Prof. Dr. Seçkin DİNDAR	

Doktora Tezinin kabul edildiği tarih:

12.01.2007

ÖNSÖZ

Şimdiye kadar yapılmış olan çalışmalarda, kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında Hero 642 döner eĝe sisteminin kullanılmadığını ve geriye kalan kanal dolgusunu incelemek için muflalama yönteminin büyük azı dişlerde uygulanmamış olduğunu belirledik. Geriye kalan kanal dolgusu miktarını mikroskopik olarak değerlendirdik ve muflalama yöntemi sayesinde ortaya çıkan komplikasyonları inceledik. Kanal dolgusunu uzaklaştırmada Hero 642 sistemini, el eĝeleriyle karşılaştırarak değerlendirdik. Sonuç olarak Hero 642 sisteminin, konvansiyonel tekniklerden üstün olmadığını gördük, hatta el eĝeleri daha başarılı oldu. Çözücü kullanımı ile geriye kalan kanal dolgu miktarı ve komplikasyon oluşumu önemli ölçüde olmasa da azaldı. Bir diğere önemli sonuç, büyük azı dişlerinde kanal dolgusu uzaklaştırılması gibi eĝeyi kırılmaya zorlayan bir işlem yapıldığı halde Hero 642 eĝelerinde kırık meydana gelmemiş olmasıdır. Bu durum, lubrikant ile kullanılan Hero 642 eĝelerinin oldukça güvenilir olduğunu gösterdi. Çalışmamızın, klinik çalışmalarla ve mikro bilgisayarlı tomografi gibi daha ileri tekniklerle desteklenmesi gerektiğini düşünüyoruz.

Bu araştırmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli maddi desteği sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGE DİZİNİ	xiii
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1. Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Yöntemleri:	6
2.1.1. Fiziksel ve Mekanik Yöntemler.....	7
2.1.1.1. Ultrasonik Egeleme.....	7
2.1.1.2. Döner Aletlerle Güta-perkanın Uzaklaştırılması	8
2.1.1.3. Isı ile Güta-perkanın Uzaklaştırılması	8
2.1.1.4. El Aletleri ve Isı ile Güta-perkanın Uzaklaştırılması.....	9
2.1.1.5. Döner Ni-Ti Aletler ile Güta-perkanın Uzaklaştırılması.....	9
2.1.2. Kimyasal Yöntemler	10
2.1.2.1 Çözücü ve El Aletleri Kullanılarak Güta-perkanın Uzaklaştırılması	12
2.1.2.2. Çözücü ve Döner Aletlerle Güta-perkanın Uzaklaştırılması.....	13
2.2. Güta-perkayı Uzaklaştırmakta Kullanılan Kanal Aletleri.....	13
2.2.1. Paslanmaz Çelik Kanal Aletleri	15

2.2.2. Döner Nikel-Titanyum Kanal Aletleri.....	20
2.2.2.1. ProFile Sistemi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre).....	25
2.2.2.2. GT Döner Eğeler:.....	26
2.2.2.3. Protaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)	27
2.2.2.4. Quantec Serisi (SybronEndo, Kaliforniya, ABD).....	28
2.2.2.5. Lightspeed (Lightspeed, Teksas, ABD)	30
2.2.2.6. FlexMaster (VDW, Münih, Almanya)	32
2.2.2.7. Liberator (Miltex Inc., York, ABD).....	32
2.2.2.8. RaCe System (FKG Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, İsviçre)	35
2.2.2.9. K3 (SybronEndo, Orange, Kaliforniya, ABD)	35
2.2.2.10. Hero 642 (MicroMega, Besançon, Fransa)	36
2.2.2.11. Hero Shaper (MicroMega, Besançon, Fransa).....	40
2.2.2.12. Hero Apical (MicroMega, Besançon, Fransa)	42
2.2.2.13. R-Endo (MicroMega, Besançon, Fransa).....	43
2.3. Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Sırasında Ortaya Çıkan Problemler.....	45

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM..... 48

3.1. Dişlerin Hazırlanması.....	50
3.2. Dişlerin Step Back Tekniği ile Genişletilmesi	51
3.3. Soğuk Lateral Kompaksiyon Tekniği ile Kanalların Doldurulması	52
3.4. Örneklerden Kesit Alınması	53
3.5. Alınan Kesitlerin Fotoğraflanması.....	54
3.6. Örneklerin Muflaya Alınması.....	58
3.7. Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılması	60

3.7.1. Hedström el eğeleri ile kanal dolgusunun uzaklaştırılması	60
3.7.2. Hedström el eğeleri ve etil eter-kloroform çözücü ile kanal dolgusunun uzaklaştırılması	61
3.7.3. Hero 642 döner ege sistemi kullanılarak kanal dolgusunun uzaklaştırılması	62
3.7.4. Hero 642 döner ege sistemi ve etil eter-kloroform çözücü kullanılarak kanal dolgusunun uzaklaştırılması.....	65
3.8. Kanal Dolgusu Uzaklaştırıldıktan Sonra Kesitlerin Fotoğraflanması	66
3.9. Geriye Kalan Kanal Dolgu Maddesi Miktarının Değerlendirilmesi.....	66
3.10. İstatistiksel Değerlendirme	67
BÖLÜM 4. BULGULAR	68
4.1. Geriye Kalan Kanal Dolgusu Miktarının Değerlendirilmesi.....	70
4.1.1 Her Grupta Geriye Kalan Toplam Kanal Dolgusunun Gruplar Arasında Karşılaştırılması	70
4.1.2 Geriye Kalan Kanal Dolgusu Miktarının Üçlüler Düzeyinde Gruplar Arasında Karşılaştırılması	72
4.1.3. Her Grupta Geriye Kalan Kanal Dolgusu Miktarının Üçlüler Düzeyinde ve Üçlüler Arasında Karşılaştırılması	77
4.1.4. Her Kanalın Koroner ve Apikal Yüzü Üzerinde Geriye Kalan Kanal Dolgusunun Karşılaştırılması	79
4.2. Kesit Alınması, Önceki Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılması ve Tekrar Eğeleme Sırasında Ortaya Çıkan Komplikasyonlar	83
4.2.1. Perforasyon	83

4.2.2. Alet Kırılması.....	87
BÖLÜM 5. TARTIŞMA	88
BÖLÜM 6. SONUÇ	107
ÖZET	109
ABSTRACT	111
TEŞEKKÜR.....	113
KAYNAKLAR.....	114

ŞEKİL DİZİNİ

- Şekil 1. Bir el eğesi ve Ni-Ti enstrümanın bıçak geometrisi ve uç konfigürasyonu gösterilmiştir. Üstteki K-tipi el eğesi üzerinde ok keskin bıçak kenarını ve ok başı küt alet ucunu göstermektedir. Altta ise bir GT döner enstrüman görülmekte, ok radyal alanı, ok başı ise kesici olmayan alet ucunu göstermektedir (103).22
- Şekil 2. a. Ni-Ti döner aletlerin dizayn özellikleri: α =sarmal açısı, p =bıçaklar arası mesafe, r_l =radyal alanlar. b. Alet yan yüzünden aşındırılarak “U” şekilli olukların görülmesi sağlanmış (103)22
- Şekil 3. ProFile kesiti ve radyal alan.....23
- Şekil 4. ProFile eğe ucu ve kesiti.....25
- Şekil 5. GT eğe ucu ve kesiti.....26
- Şekil 6. ProTaper eğe ucu ve kesiti.....28
- Şekil 7. Quantec SC kesici uca, Quantec LX ise kesmeyen uca sahiptir.29
- Şekil 8. %2 koniklikteki Quantec enstrüman kesitinde üstteki ok radyal alanı, altta ok ise destekleyici radyal alanı göstermektedir.29
- Şekil 9. Quantec 10 # %2 açılı Ni-Ti döner enstrüman. Tek beyaz çizgiyle gösterilen alan esas dentini kaldıran kısımdır. Çift beyaz çizgiyle gösterilen alan ise Quantec eğelere özel olup periferal yüzeyi destekler. Keskin ve küt uç görülmektedir (149)30
- Şekil 10. Küçük başlı angldrüva ile 5 mm interokluzal alan kazanılır.30

Şekil 11.	Lightspeed enstrüman ucu ve kesiti.	31
Şekil 12.	FlexMaster eğe ucu ve kesiti.....	32
Şekil 13.	Liberator %2 açılı eğe. Liberator döner eğelerde sarmal bıçaklar yoktur.....	33
Şekil 14.	a. Liberator eğe kesiti (radyal alan yok), b. Birçok Ni-Ti döner egede radyal alan mevcuttur (ok radyal alanı gösteriyor).	33
Şekil 15.	Roane tarafından geliştirilen bu uç dizaynı 15 yıldır Flex-R enstrümanları ve bazı el eğerinde de kullanılmaktadır (110). Eğenin merkezde kalmasına yardım eder.	34
Şekil 16.	a. Liberator eğe gövdesi alaşıma paralel işlenmiştir. b. Konvansiyonel Ni-Ti eğerlerde ise yatay bir işleme yapıldığından eğe kırılmasına zemin hazırlayan horizontal mikro çatlaklar oluşmaktadır.....	34
Şekil 17.	RaCe enstrüman ucu ve kesiti.....	35
Şekil 18.	K3 eğe ucu ve kesiti.....	36
Şekil 19.	Aşırı pozitif açılanma yüzeye saplanmaya yol açar, hafif pozitif eğim açısı ise idealdir.	37
Şekil 20.	Hero 642 eğe ucu ve kesiti.....	37
Şekil 21.	Hero 642 eğe ucu ve spiral yapısı.	38
Şekil 22.	Hero 642 sisteminin %6, %4 ve %2'lik üç farklı açılanması.	38
Şekil 23.	Hero 642 sistemi, mavi, kırmızı veya sarı çizgi izlenerek kolaylıkla kullanılabilir.....	39
Şekil 24.	Saat yönünün tersine bükülerek üretilmiş olmaları kırılma potansiyelini azaltır.	41

Şekil 25. Hero 642’de üç farklı açılı eğe grubu varken bu sistemde iki farklı koniklik bulunur.	41
Şekil 26. Sistem 0,06 ve 0,08 açılı 30 numaralı iki adet eğeden ibarettir.	42
Şekil 27. InGeT (Integrated Gear Technology).....	43
Şekil 28. “Rm” el egesi ile güta-perka uzaklaştırılmaya başlanır.....	43
Şekil 29. “Re” döner egesi ile koroner üçlüye giriş yapılır.	44
Şekil 30. “R1” ile koroner üçlü genişletilir.	44
Şekil 31. “R2” ile orta üçlü genişletilir.	44
Şekil 32. “R3” ile çalışma boyuna ilerlenir.	45
Şekil 33. Soldaki büyük azı dişte olduğu gibi, mezyal kök eğriliği 25° den küçük ve eğrilik yarıçapı 4 cm den büyük olan dişler çalışmaya dahil edilirken; sağdaki diş, mezyal kök eğriliği 36° ve eğrilik yarıçapı 2,5 cm olduğundan çalışmaya alınmadı.	51
Şekil 34. Isomet testere mengenesine koroner akril bloktan destek alınarak bağlanmış ve kesilmiş örnek.	53
Şekil 35. Isomet testere paneli.....	53
Şekil 36. Solda çalışmada kullanılan Isomet testere, sağda ise Isomet testereye bağlanarak kullanılan 0,5mm kalınlığındaki kesit alma bıçağı görülmektedir.....	54
Şekil 37. a. Apikal üçlü b. Orta üçlünün apikal yönden görünümü c. Orta üçlünün koroner yönden görünümü d. Koroner üçlünün apikal yönden görünümü e. Koroner üçlünün koroner yönden görünümü	55
Şekil 38. Plastik muflayı oluşturan parçalar.	58
Şekil 39. Plastik mufla kapanışta.	59
Şekil 40. Her diş, silikon ölçü maddesi ile kendi muflasına yerleştirildi.....	59

Şekil 41. Her mufla tekrar kapatılıp kanal dolgusu uzaklaştırıldı.	60
Şekil 42. Copal rezin bir kavite verniği olan Copalite'ın fotoğrafta görülen çözücüsü içerisinde etil eter ve etil eterin sekizde biri kadar kloroform bulunur.	62
Şekil 43. Yeşil kuşak, 1/50 redüksiyonlu başlık.	63
Şekli 44. EDTA içeren kayganlaştırıcı jel.	63
Şekil 45. Mezyal kanallarda çalışma boyuna ulaşmak için kullanılan alet sırası.	64
Şekil 46. Dört farklı yöntem ile kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra, gruplara ait geriye kalan kanal dolgu maddesi oranları görülmektedir. Grup 1. El Eğeleri, Grup 2. El Eğeleri + Çözücü, Grup 3. Hero 642, Grup 4. Hero 642 + Çözücü.	71
Şekil 47. Her üçlüde geriye kalan kanal dolgusu oranı.	72
Şekil 48. Her grupta apikal, orta ve koroner üçlüdeki geriye kalan kanal dolgusu oranı kanal bazında birbiriyle karşılaştırıldı.	74
Şekil 49. Orta üçlüde geriye kalan kanal dolgusu oranları.	75
Şekil 50. El eğeleri ile kanal dolgusunun uzaklaştırıldığı grupta, mezyobukkal kanallarda kalan kanal dolgusu, apikal üçlüde koroner üçlüye göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazlaydı ($p=0,022$).	76
Şekil 51. Hero 642 ve çözücü kullanılan grupta apikal ve koroner ($p=0,009$), orta üçlü ve koroner ($p=0,022$) mezyobukkal kanallar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu.	77
Şekil 52. Apikal ve orta üçlüde, koroner üçlüye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla kanal dolgusu kaldı.	78

Şekil 53.a. “Hero 642 ve çözücü” grubunda apikal üçlü. Geriye kalan kanal dolgu miktarı, soldaki mezyal kökün lingual kanalında %69,46 ve distal kökte %100 olarak ölçüldü.	78
Şekil 53.b. Aynı örneğin orta ve koroner üçlüsü.....	78
Şekil.54. Tüm gruplarda apikal üçlüde geriye kalan dolgu miktarı oranı koroner üçlüdekinden fazlaydı.	80
Şekil 55. Her grupta, mezyobukkal kanalda geriye kalan kanal dolgusu oranı, apikal üçlüde koroner üçlüden fazlaydı.	82
Şekil 56. Apikal üçlüden koroner üçlüye doğru, mezyolingual kanalda geriye kalan kanal dolgusu oranı değişimi.	82
Şekil 57. Apikal üçlüden koroner üçlüye doğru, distal kanalda geriye kalan kanal dolgusu oranı değişimi.	83
Şekil 58.a. Kanal dolgusunu uzaklaştırmadan önce apikal üçlü. “El eğeleri” grubundan bir örneğin apikal parçası.	84
Şekil 58.b. Mezyobukkal kanalın bukkalinden kök perforasyonu meydana geldi (ok). Mezyolingual kanalda ise apikale ulaşarak bir miktar kanal dolgusu uzaklaştırıldı.	84
Şekil 59.a. Kanal dolgusunu uzaklaştırmadan önce apikal üçlü. “Hero 642” grubundan bir örneğin apikal parçası.	85
Şekil 59.b. Distal kanalın bukkali (mor ok) ve mezyobukkal kanalın bukkalinden (siyah ok) kök perforasyonu meydana geldi. Mezyolingual kanalda ise apikale ulaşarak bir miktar kanal dolgusu uzaklaştırıldı.	85
Şekil 60. Kanal dolgusu uzaklaştırılırken döner aletlerde düzleşme oldu, ancak kırık oluşmadı.....	86

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 1. Düz kanallarda mavi alet serisi %6 açılıdan %2 açılıya doğru sırayla kullanılır.....	39
Çizelge 2. Orta zorluktaki kanallarda başlangıç 25 numaralı eğe ile yapılır ve kutudaki kırmızı çizgi takip edilir ve toplam 5 alet kullanılarak genişletme bitirilir.	40
Çizelge 3. Eğri kanallarda başlangıç 20 numaralı enstrümanla yapılır ve kutudaki sarı çizgi takip edilir. Toplam 6 eğe kullanılarak genişletme bitirilir. Gerekli olduğunda apikal genişletme için %2 açılı 35, 40 ve 45 numaralı enstrümanlar ile genişletme tamamlanır.	40
Çizelge 4. Kullanılan gereçler ve deney aşamaları.....	49
Çizelge 5. Apikal kesitin koroner yüzünde, diğer kesitlerin apikal ve koroner yüzünde, her kanalda geriye kalan kanal dolgusu oranı ortalamaları standart sapmaları ile görülüyor.	69
Çizelge 6. Her üçlüdeki her kanalda geriye kalan kanal dolgusu oranı ortalamaları.	73
Çizelge 7. Her grupta hangi oranda perforasyon meydana geldiği görünür	84

BÖLÜM 1

1.GİRİŞ

Günümüzde, kanal tedavisi başarısız dişlerin çekimi yerine kök kanal tedavisi tekrarlanarak dişler ağızda tutulmaya çalışılmaktadır. Ancak kanal tedavisinin kalitesi ve dişe bağlı nedenler, tedavi sonucunu etkileyebilmektedir. Yenilenen tedavinin başarısında eski kök kanal dolgusunun istenilen miktarlarda uzaklaştırılmaması sorun yaratabilmektedir. Dolayısıyla, iyileşmeyi olumsuz etkileyen bölgelere yeterince ulaşamamaktadır. Kanal tedavisinde başarısızlığın nedeni, çoğunlukla intra veya ekstra radiküler enfeksiyon varlığına bağlanmaktadır. Yenilenen tedavilerin prognozunda; 8-10 yıllık bir gözlem sonunda % 62'lik bir başarı elde edilebileceği gösterilmiştir (132). Kanal tedavisinin yenilenmesinde cerrahi ve cerrahi olmayan yöntemleri karşılaştıran bir çalışmada; cerrahi olmayan kanal tedavisi yenilenmesinde başarı %66 bulunurken, cerrahi tedavi sonrasında %59'luk bir başarı gözlenmiştir (55). Bu oran yeniden kanal tedavisi girişimlerinden sonuç alındığını, ancak konuya yönelik daha çok çalışma yapılması gerektiğini göstermektedir. Bu alanda yeni tekniklerin geliştirilmesi ile bu başarı oranı artırılabilir.

Bu çalışmada; kök kanal tedavisi yenilenen olgularda kök kanallarının temizlenebilmesi için (rutin yöntemler haricinde) farklı tekniklerin ortaya konması ve geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak; el eğeleri yanısıra son yıllarda geliştirilmiş olan nikel-titanyum (Ni-Ti) döner aletlerin kök kanal dolgusunu

uzaklaştırma etkinliklerinin araştırılması, yani rutin yöntemler ile yeni yöntemlerin karşılaştırılması planlanmıştır. Böylece, kanal dolgusunu uzaklaştırmada yeni yöntemlerin ne derece başarılı olduğu anlaşılacaktır.

BÖLÜM 2

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kanal tedavisinin endodontik olarak yenilenmesi için, kök kanallarına ortograt olarak girilmesi ve önceki kanal dolgusunun tamamıyla kanallardan uzaklaştırılması gerekmektedir (137). Önceki kanal dolgusu ne kadar iyi uzaklaştırılırsa kök kanal tedavisinin yenilenmesinde o kadar başarıya ulaşılır (42). Kök kanallarının doldurulmasında çeşitli kanal dolgu maddeleri ve farklı yöntemler kullanılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan kanal dolgu malzemesi güta-perkadır. Dolayısıyla güta-perkayı kök kanalı içerisinde tamamen uzaklaştırmak kanal tedavisi yenilenmesinde en önemli basamaktır. Ancak, iyi kondanse edilmiş güta-perkanın uzaklaştırılması hasta ve hekimi yoran, zor ve zaman alıcı bir işlemdir (61, 80). Önceki kanal dolgusunu etkin ve hızlı bir şekilde uzaklaştırmak için sürekli yeni materyaller geliştirilmektedir. Friedman'a göre (42), el eğeleri, döner eğeler ya da ultrasonik endodontik aletlerle kök kanal dolgusu uzaklaştırılabilir. Bu malzemelerin kullanıma uygunluğu, yeterince etkili olup olmadığı, avantaj ve dezavantajları yapılan laboratuvar ve klinik çalışmalarla belirlenmektedir.

Toplumun bilinçlenmesi ile doğal dişlerin mümkün olduğunca uzun süre ağızda tutulması isteği gün geçtikçe artmaktadır. Bu isteğe cevap verebilmek için endodontistler ve özellikle serbest dişhekimleri, yeterli bilgi ve teknolojik gelişmelerin sağladığı donanıma sahip olma çabalarını sürdürmektedir.

Dünyada her yıl milyonlarca diş, endodontik, periodontolojik, restoratif tedaviler ve bunların kombinasyonlarıyla kurtarılmaktadır. Ancak endodontik tedavi sırasında meydana gelen çeşitli komplikasyonlar ve başarısızlıklar nedeniyle yine milyonlarca dişin kanal tedavisi yenilenmektedir. Hataların birçoğu; yanlış ve yetersiz endodonti bilgisi sonucu ortaya çıkmaktadır. Teknolojideki hızlı gelişmeler sayesinde her alanda olduğu gibi, endodonti dalında da yenilikler olmaktadır. Kanal tedavisi yenilenmesinin başarısını artırmak için yeni kavramlar, strateji ve teknikler dikkatle incelenmelidir. Son on yıldaki gelişmeler başarıyı artıracak yeni endodontik teknikleri de beraberinde getirmektedir.

Çok sayıda çalışmada, endodontik tedavinin başarısı %53 ve %94 arasında değişen oranlarda bulunmuştur (132, 37, 133, 138). İyimser bir yaklaşımla %90 başarı elde edildiği kabul edilse bile %10'luk başarısızlığın üzerinde düşünülmesi gereken bir oran olduğu görülür. Sadece ABD'de her yıl 50 milyon diş kanal tedavisi uygulanmakta ve %10 başarısızlık 5 milyon diş ifade etmektedir.

Kök kanal sistemi anatomisi başarı ya da başarısızlıkta çok önemli rol oynar. Kanal sistemi; furkasyodaki kanallar, lateral kanallar ve apikal delta ile periodontal membranla ilişki kurar. Endodontik kökenli lezyonların tanı ve tedavisi için, pulpal hastalığın bu anatomik yolları kullanarak çevre dokuyla ilişkisini anlamak gereklidir (124). İritanların kök kanal sisteminden periodontal bölgeye çıkış yollarını takip etmeleriyle endodontik kökenli lezyon röntgende izlenir hale gelir. Endodontik başarısızlık; genişletme ve doldurmadaki hatalarla, ya da kök kanal tedavisinin tamamlanması sonrası koroner restorasyonun kaybıyla kök kanal sisteminin yeniden enfekte olmasına sonucu ortaya çıkar (4, 135, 147). Apikal ve/veya koroner sızıntı, vertikal kırıklar, bulunamamış kanallar gibi olumsuzluklar endodontik başarısızlığa yol açar (84, 116).

Başlangıç nedeni ne olursa olsun tüm etiyojoloji “bakteri ve ürünlerinin mikrosızıntısına” dayanır (113, 129, 156). Kanal boşluğundaki iritasyon kaynaklarının uzaklaştırılması ve mikrosızıntının eliminasyonu ile periodontal dokular sağlıklı hale getirilmeye çalışılır.

Kök kanal tedavisinin yenilenmesine, cerrahi tedaviye ya da dişin çekimine karar verilirken endodontik başarısızlık dikkatle incelenip değerlendirilmelidir (1, 79, 137).

Günümüzde başarısızlıkların primer çözümünde hala cerrahiye başvurulmaktadır. Cerrahi tedavide son yıllarda ciddi gelişmeler olmuşsa da bu teknik ile kök kanal sistemindeki bakteri, doku ve iritanların uzaklaştırılması mümkün değildir (23, 72, 114). Bu teknikle ancak kök kanalını periodontal dokuya açan defekt kapatılarak bir bariyer oluşturulmaya çalışılır. Uzun süreli takipler, ortograt kanal tedavisi yenilenmesinin cerrahi tedaviye üstünlüğünü ortaya koymuştur. Cerrahi olmayan kanal tedavisi yenilenmesi sonrasında daha yavaş bir iyileşme görülür, iyileşmeyi gözleyebilmek için takip süresi uzun tutulmalıdır. Kvist ve arkadaşlarının (1999) (79) yaptığı bir çalışmada, cerrahi tedavi sonrası birinci yılda iyileşme gözlenmiş, ancak 4. yılda aynı olgular başarısız kabul edilmiştir. Bunun nedeni cerrahi tedavi sonunda hızlı kemik dolumu olmasının iyileşme oluyormuş yönünde hekimi yanıltmasıdır, dolayısıyla “geç başarısızlık” cerrahi tedavide daha çok rastlanan bir durumdur.

Aslında, çoğu patolojik ve iyatrojenik durum cerrahi tedavi olmaksızın düzeltilebilir (115, 129). Kanal içerisinde yeterli enfeksiyon kontrolü sağlanırsa periapikal iyileşme de bunu izleyecektir. Bergenholtz ve arkadaşları (11) yeniden kanal tedavisi uyguladıkları 556 olguyu iki yıl inceleyerek, periapikal lezyonu olmayan ve yeniden kanal tedavisi yapılma nedeni yetersiz kanal dolgusu veya dolgu

bütünlüğündeki bir boşluk gibi teknik nedenler olan olgularda başarı oranını %94 bulmuşlardır.

İkincil cerrahi tedavinin başarı oranı primer cerrahi tedaviden daha düşüktür. Bu başarı oranının %30–40 olduğu bildirilmiştir (97, 17, 99). Tekrarlayan cerrahi tedavi, ancak dikkatle yapılan bir ortograt kök kanal tedavisi yenilemesi ile başarıyla sonuçlanabilir (34). Cerrahi tedavinin başarısız olduğu durumlarda, yeniden kanal tedavisi uygulayarak iyi prognoz elde edildiğini gösteren olgu bildirimleri vardır (34, 24, 73, 140, 157, 92). Literatürde, cerrahi tedavinin başarısız olduğu olgularda yeniden kanal tedavisinin uygulandığı tek bir klinik çalışma mevcuttur, periapikal lezyonu 5 mm'den büyük dişlerde bile- 2-8 yıllık bir gözlem sonunda %63,7 başarı elde edilmiştir (28).

2.1. Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Yöntemleri:

Çeşitli kanal dolgu patları ile en yaygın olarak kullanılan (14, 120, 61), dolayısıyla kök kanal sisteminden en sıklıkla uzaklaştırılan (40) kanal dolgu malzemesi güta-perkadır. Ana kanal dolgu malzemesi olması, öncelikle güta-perkayı uzaklaştırmaya yönelik işlemleri gerektirir ve uzaklaştırılmasında; el eğeleri, döner eğeler, ısı ileten aletler, ultrasonik cihazlar, lazerler kullanılmıştır (160, 42, 144). Güta-perkanın uzaklaştırılması; kompaksiyon kalitesi, kök kanal dolgusu tipi, obturasyon derinliği, kanal kesitinin şekli, kanalın eğrilik derecesi, basamak oluşumu gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Hangi teknik kullanılırsa kullanılsın, güta-perkanın uzaklaştırılmasında en çok dikkat edilmesi gereken, iritanların periapikal bölgeye taşırılmamasıdır. Güta-perka, koroner üçlü seviyesinden başlanarak apikale doğru uzaklaştırılır. Geniş ve düz kanallarda tek kon tekniği ile kanal dolgusu

yapılmış olabilir. Bu durumda, güta-perka tek bir enstrüman ve tek bir hareket ile çıkarılabilir. Farklı özelliklere sahip kök kanallarında ise bazı teknikler kullanılarak güta-perka uzaklaştırılmaktadır. Bu tekniklerde; el eğeleri, ısı ya da eriticiler, döner eğeler, ultrasonik enstrümanlar ve kağıt konlar kullanılmaktadır (42, 160). Güta-perka ve kanal patının güvenli ve etkin olarak tamamıyla uzaklaştırılmasında tekniklerin birlikte kullanılmasının daha iyi olacağı ileri sürülmektedir (117).

Özellikle eğri kanallarda güta-perka uzaklaştırılırken, eğri bölge komplikasyon oluşturmada aşılarak apikal bölgeye ulaşılmalıdır. Özellikle bu aşamada güta-perkayı yumuşatan çözücülerin kullanılması basamak ve perforasyon oluşumunu azaltabilir. Çünkü yumuşamış güta-perka dentinden kolaylıkla uzaklaştırılabilir (65).

2.1.1. Fiziksel ve Mekanik Yöntemler

İyi şekilde kompakte edilmiş güta-perka; el ile kullanılan aletler, döner enstrümanlar, ultrasonik cihazlar ve ısı yardımıyla uzaklaştırılabilir (26, 42).

2.1.1.1. Ultrasonik Eğeleme

Güta-perkanın hızlı biçimde uzaklaştırılmasında piezoelektrik ultrasonik sistem yararlıdır. Ultrasonik egedeki enerji güta-perkanın ısı ile yumuşamasına neden olur ve güta-perkanın koronere doğru yükselerek uzaklaşmasını sağlar, bu amaçla özel olarak dizayn edilmiş ultrasonik aletler mevcuttur (117).

2.1.1.2. Döner Aletlerle Güta-perkanın Uzaklaştırılması

Nikel-titanyum (Ni-Ti) %4 ve %6 açılı döner eğeler (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) önceki kanal dolgusuna ait güta-perkanın uzaklaştırılmasında en etkili enstrüman grubudur (117). Ancak döner eğeler yeterince genişletilmemiş kanallarda dikkatle kullanılmalıdır ve pasif olarak ilerletilemediği kadar dar olan kanallarda kanal dolgusunu uzaklaştırmak için kullanılmamalıdır. Kullanılacakları zaman, koroner ve orta üçlüye pasif haldeyken uyacak aletleri seçmenin yararlı olacağı belirtilmektedir (117).

2.1.1.3. Isı ile Güta-perkanın Uzaklaştırılması

Özel ısı ileticilerinin, bir güç kaynağına bağlanması ile 5004 Touch-N-Heat (Kerr Corp., Glendora, CA) ya da System B (Analytic Endodontics, Orange, CA) gibi cihazlar kullanılarak güta-perka yumuşatılır ve parça parça kanaldan uzaklaştırılır (123, 26). Ne yazık ki bu sistemlerde ısıyı taşıyan uç, yeterince genişletilmemiş kök kanallarında ya da kurvaturün bulunduğu seviyede apikale ilerleyemeyecek kadar kalındır. Bu nedenle bu yöntem ancak geniş kanallarda etkilidir. Enstrümanın ısı uygulayan ucunun ısınması beklenir ve koroner bölümdeki güta-perkanın içerisine ilerletilerek başlangıç yapılır. Isı taşıyan ucun soğuması beklenir, soğuduktan sonra kanaldan çıkarılır. Bir miktar sertleşmiş güta-perkanın da aletin ucuyla birlikte geldiği görülür. Bu işlem güta-perka parçaları gelmeyene dek tekrarlanır (117).

2.1.1.4. El Aletleri ve Isı ile Güta-perkanın Uzaklaştırılması

Güta-perkayı uzaklaştırmada bir diğer yöntem, önce ısı ile yumuşatmak ve ardından kanal çapına uygun sert bir el eğesiyle giriş yapmaktır. Bu yöntemde düz sond, spreader vb. bir enstrüman kızdırılıp güta-perka içine batırılır ve çekilir. Yumuşatılmış kitlenin içine doğru 35, 40 ya da 45 numaralı Hedström eğeler ile hızlı ve dikkatli bir şekilde vidalama hareketi yapılır (129, 26). Eğe çıkarıldığında yivleri arasında güta-perka görülür. Güta-perka, yetersiz doldurulmuş kanallarda bazen tek hareketle uzaklaştırılır. Bu tekniğin özellikle taşkın doldurulmuş kanallarda kullanılabileceği öne sürülmektedir (117).

2.1.1.5. Döner Ni-Ti Aletler ile Güta-perkanın Uzaklaştırılması

Yapılan çalışmalarda, döner Ni-Ti sistemlerin güta-perkayı uzaklaştırmada etkin ve hızlı olduğu belirtilmektedir (8, 35, 57, 120, 144) Döner enstrümanların güta-perkayı mekanik olarak yumuşatmak için 1200 ve 1500 devir/dakika aralığında dönmesi gerektiği ileri sürülmektedir. Dönüş hızının, güta-perkayı mekanik olarak yumuşatıp koroner yönde uzaklaşmasını sağlayacak şekilde seçilmesi önerilmiştir (117).

Bramante ve Betti (1999) (19) yaptıkları bir çalışmada, pat ve güta-perkayı Quantec SC döner eğe sistemi ile uzaklaştırmışlar, güta-perka uzaklaştırılırken döner sistemin hangi hızda en iyi çalıştığını incelemişlerdir. 16:1 redüksiyonlu başlık ile 350, 700 ve 1500 devir/dakika gibi üç farklı dönme hızı kullanmışlar ve kök kanal dolgusunun en hızlı ve en güvenli 1500 devir/dakika'da uzaklaştırıldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca daha yüksek hızlarda daha çok ısı açığa çıkacağından güta-perka

hızla yumuşayarak daha kolay uzaklaşır. Sae-Lim ve arkadaşları, 0,04 açılı ProFile döner eğeleri 500–2500 arasında bir hızda, hızı tam belirtmeden kullanmışlar, aletin kanal içinde dönmesi sırasında sürtünme nedeniyle açığa çıkan ısının güta-perkayı uzaklaştırmada kolaylık sağladığını ileri sürmüşlerdir (120). Ancak tüm bu çalışmada araştırmacılar, düz ve tek köklü dişleri kullanmışlardır. Dietz ve arkadaşları (2000) (31), eğri kanallarda yaptıkları bir çalışmada 0,04 açılı ProFile döner eğeleri 150, 250 ve 350 devir/dakika'da kullanmışlar ve eğelernin 150 devir/dakika gibi en düşük hızlarda daha az kırılacağını bildirmişlerdir.

2.1.2. Kimyasal Yöntemler

Güta-perka; kloroform, karbon disülfid, benzen, ksilen ve ökaliptol gibi belirli yağlar içinde çözünmektedir (42). Eter içinde de çözüldüğü bazı güta-perka üreticileri tarafından belirtilmektedir (Roydent Dental Products, TN, ABD). Ancak, literatürde eterin güta-perka çözücüsü olarak kullanıldığını gösteren bir çalışma bulunmamaktadır.

Güta-perkanın iyi kompakte edildiği vakalarda çözücü ile işlem kolaylaşır (42). Eğri kanallarda kanal tedavisi yenilenirken çalışma boyuna gidilemediğinde ya da apikal bölgeye ulaşılmasını engelleyen bir tıkanma oluştuğunda çözücü kullanımı gerekli olur. Güta-perkanın çözücü ile yumuşatılarak uzaklaştırılması etkili bir yöntemdir ve dikkatle yapılırsa klinik olarak problem oluşturmaz (42, 158). Güta-perka çözücüsü sayesinde işlem sırasında fazla kuvvet uygulanmasına gerek kalmaz, çünkü kuvvet uygulanması basamak ve perforasyonlara neden olabilir (29).

Güta-perka Çözücüleri:

Kloroform

En etkili ve en sık kullanılan çözücüdür. Etkisini çok hızlı gösterir ve hızlı buharlaştığından klinik kullanımı kolaydır (9, 80). Tamse ve arkadaşları (141) test edilen tüm güta-perka markaları için en etkili çözücünün kloroform olduğunu bildirmişlerdir. Potansiyel kanserojen etkisi nedeniyle kullanımı uzun yıllar tartışılmıştır. Kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında kullanılan miktarının hasta üzerinde zararlı etkilere yol açmayacak boyutta olduğu birçok çalışma ile gösterilmiştir. Fakat bu maddeyi sık uygulayan dişhekimi ve personele tekrarlayan etkisi nedeniyle zarar verebilir (128, 27). Bir çalışmada tiner, halotan ve kloroform arasında en sitotoksik olan çözücünün tiner sonra da halotan olduğu bildirilmiştir (9) ve kloroform halotana göre çok daha etkilidir (159).

Metil kloroform

Wennberg-Orstavik'e göre (155) metil kloroform, kloroforma en iyi alternatiftir. Kloroforma kıyasla toksik özellikleri daha azdır ve kanserojen etkisi yoktur (175). Güta-perkayı çözmede kloroformdan daha az etkilidir ancak, ksilen ve ökaliptolden üstündür.

Ksilen

Güta-perka ksilen içinde kloroforma kıyasla daha az çözünür (141, 155). Yavaş buharlaştığı için kullanımı çok pratik değildir. Seans aralarında kanal içi medikamenti olarak güta-perkayı çözmesi için kullanılabilir (141).

Ökalyptol

Yutulduğunda toksiktir ve güta-perkayı eritme etkisi çok azdır ve kloroformdan daha az iritandır, antibakteriyel etkilidir. Sadece ısıtıldığı zaman kloroformla kıyaslanır bir etkisi olmaktadır (155, 141).

2.1.2.1 Çözücü ve El Aletleri Kullanılarak Güta-perkanın Uzaklaştırılması

Güta-perkanın dar ve eğri kanallardan uzaklaştırılmasında en iyi yöntem eğe ve kimyasal ajanların birlikte kullanımınıdır. Kimyasal çözücü olarak kloroform tercih edilir (9, 65, 141, 29).

Betti ve Bramante'nin (14) yaptığı bir çalışmada ksilen ve el eğeleri, Quantec SC döner eğe sistemine göre güta-perkayı daha etkili şekilde uzaklaştırmıştır. Keçeci ve arkadaşları (70), döner sistemlerle kloroform kullanılmasının işlemleri hızlandırdığını ve aletlerin kırılma riskini azalttığını belirtmektedir, ancak son temizliğin yine el aletleri ile yapılması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Koroner üçlüye 2-3 mm kadar Gates-Glidden frezler kullanılarak girilir ve oluşan boşluk güta-perka çözücüsü için rezervuar oluşturur. Güta-perka 30 numaralı H-tipi ya da K-tipi eğe ile koroner üçlü seviyesinden uzaklaştırılmaya başlanır. Apikale doğru 25, 20 ve 15 numaralı eğeler sırayla kullanılarak ilerlenir, çalışma boyuna ulaşılan dek çözücü kullanılır. Çalışma boyuna ulaşıldığında ise 15, 20, 25 ve 30 numaralı, gerekirse daha büyük numaralı eğeler sırayla kullanılarak apikal preparasyon tamamlanır. Her eğe arasında irigasyon yapılır, çalışma boyuna ulaşıldığında çözücü kullanımı durdurulur. Çünkü eritici madde apikal foramenden çıkarak şiddetli ağrıya neden olabilir ve yumuşamış güta-perka artıkları apikal foramenden periradiküler dokulara

çıkabilir. (148, 95, 29). Güta-perka artıkları gelmeyene dek enstrümantasyon sürdürülür

2.1.2.2. Çözücü ve Döner Aletlerle Güta-perkanın Uzaklaştırılması

Güta-perkayı uzaklaştırmada döner eğe sisteminin kullanıldığı bazı çalışmalarda, kloroform kullanılarak eğelerin kırılma riskinin azaltıldığı gösterilmiştir (62, 70). Çözücü kullanılmasıyla kanal duvarlarının daha iyi temizlendiği ileri sürülmektedir (35). Uygulamada kanal ağzından Gates-Glidden frezleri ile girilerek birkaç damla çözücü için rezervuar oluşturulur. Açılı bir döner enstrüman ile (0,04 ya da daha fazla) koroner üçlüdeki güta-perka içine girilir. Apikal çapa uyan, azalan açılanma ve numaradaki döner eğeler ile çalışma boyuna ulaşılır. Çözücü kullanımının çalışma boyuna ulaşmayı kolaylaştırdığı belirtilmektedir (29).

2.2. Güta-perkayı Uzaklaştırmakta Kullanılan Kanal Aletleri

Son yıllarda enstrüman standardizasyonundaki kalitenin artırılması için ISO, FDA ve ADA'nın katkılarıyla kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır.

Kök kanal preparasyonu için geliştirilmiş endodontik enstrümanlar üç grupta sınıflandırılır:

Grup I'de el ile kullanılan enstrümanlar; timerfler, eğelerin hemen hepsi, K-tipi ve H-tipi eğeler bulunmaktadır. Yeni ve farklı tasarıma sahip olanlar da piyasaya çıkmıştır. Geçmişte kök kanal eğeleri karbon çeliğinden üretilirdi; buharlı sterilizasyon, iyot ve klor gibi kimyasalların kullanımı ile bu eğeler hızla korozyona

uğramaktaydı. Dayanıklılığı kanıtlanmış paslanmaz çelik eğeler üretilince kullanımları ortadan kalkmıştır (96, 139).

Grup II, düşük hızda kullanılan Gates-Glidden (GG) ve Peeso frezlerini kapsamaktadır. Kanal ağızlarının genişletilmesi ve kök koroner üçlüsünün preparasyonunda GG ve Peeso frezleri yaygın olarak kullanılır. 28 ve 32 mm'lik boyları vardır. Büyük numaralı olanlar alt büyük azıların mezyal kanallarında kesinlikle kullanılmamalıdır, aksi halde furkasyon perforasyonları oluşur. Peeso reamerlar ise hafif bir eğrilik durumunda bile perforasyona neden olabilir.

Grup III, Grup I'deki enstrümanlara benzeyen ancak döner aletler ile çalışan enstrümanlardan oluşur. Önceleri döner enstrümanlar nadir olarak kullanıldığından bu grupta çok az alet bulunmaktaydı; örneğin frezler bu gruptandır. Ancak son yıllarda bu gruba dahil olan nikel titanyum (Ni-Ti) döner eğeler günümüzde çok sık kullanılmaktadır. Bu enstrümanların hangi yöntemle, nasıl kullanılacakları konusunda tüm araştırmacılar aynı fikirde olmasa da, kullanabilecek yeteneği kazanmak için çaba ve zaman harcanmalıdır.

Frezler

Pulpa odasında ya da kök kanalında gerekli derin preparasyonlarda iyi bir görüş ve kontrol sağlayan, 26 ve 34 mm'lik uzunlukta endodontik frezler bulunmaktadır.

Tirnerf

Tirnerf, günümüzde hala üretilmekte olan en eski enstrümanlardandır. Farklı koniklikte ve farklı çapta olabilir. Koniklikleri 0,007 ile 0,010 mm/mm arasında değişir. Tirnerfin sahip olduğu çıkıntılar alet gövdesindeki metalin kaldırılmasıyla

hazırlanır. Tirnerf, pulpa dokusuna çıkıntıları ile takılarak çekip çıkarmak, yani ekstirpasyon yapmak için üretilir. Arsenik ya da paraformaldehit ile devitalize edilmiş, koagüle olup fibröz hale gelmiş pulpayı uzaklaştırmakta da kullanılır. Vital pulpanın tirnerfle çıkarılması zordur, vital pulpada kolagen miktarı az olduğundan parçalanır. Modern endodonti pratiğinde kullanımları neredeyse kalkmıştır. Ancak, kök kanalı içinde sıkışmış pamuk ve kağıt konları uzaklaştırmada çok yararlıdır.

2.2.1. Paslanmaz Çelik Kanal Aletleri

Paslanmaz çelik kanal aletleri grubunda K-tipi ve Hedström eğeler ve hibrit kanal aletleri bulunmaktadır.

K-tipi eğeler

K-tipi eğeler kök kanalındaki dentini uzaklaştırmak için üretilmiş en eski enstrümanlardır. Üçgen ya da kare kesitli konikliği olan bir çelik telin bükülmesiyle üretilir. Bu süreç sırasında çelik sertleştirme işlemi de yapılır. Kor daha fazla bükülecek ya da enstrüman daha kalın olacaksa sertleştirme işlemi artırılır. Tüm bu işlemler eğenin fiziksel özelliklerinde değişim oluşturur. Üçgen kesitli bir telin az bükülmesiyle spiralleri az sayıda ve aralıklı olan bir ege elde edilir, bu ege “reaming” hareketine uygundur. Üçgen ya da dörtgen kesitli ve spiralleri çok sayıda olan eğeler ise “filing” hareketine uygundur. K-tipi eğeler kök kanallarında artan numara sırasıyla kullanılırlar. Alet kendi çapından biraz daha dar bir kanalda aşındırma hareketinden çok sıkışma ve gevşeme hareketiyle iş görür (131). Kesmeyen bıçakları kazıma yapar, H-tipi eğelere kıyasla, bıçaklar arasındaki sığ konkaviteler sayesinde dönme hareketinde bile kolayca dentine vidalanmaz. Ancak K-tipi eğeler çok

miktarda dentin kaldırılmak istendiğinde yetersiz kalır. Çünkü rotasyon ve çekme hareketi ile kullanılırlar. K-eğelerinin reaming hareketi ile kullanımı eğenin merkezde kalıp orijinal kanal yolunu takip etmesini sağlar, böylece ortaya çıkan transportasyon miktarı azalır. Filing hareketi ile bu sağlanamaz (149). K-tipi eğeler dayanıklıdır ve eğeleme öncesinde kanalın şekline uygun kıvrılabilirler. K-tipi eğenin avantajı kalıcı deformasyona yol açacak bir kuvvete maruz kalmasıyla ortaya çıkar. Bu durumda, eğe spirallerinin arası açılır ya da daha çok kapanarak sıkışır. Böylece kalıcı deformasyona uğrayan eğenin tekrar kullanılmaması gerektiği açık olarak gözle görülebilir. K-tipi eğeler ve K-tipi dizayna sahip hibrit eğeler kalıcı deformasyon sonrası saat yönünde çevrilerek kullanılmaya devam edilirse kırılır (54). Saat yönü tersine harekette ise kırılma öncesinde belli belirsiz bir kalıcı deformasyon oluşur (25). Saat yönü ya da tersi yönde kullanımda bu eğelerde burulma kuvvetlerine karşı benzer dayanıklılık mevcuttur. Eğe saat yönünün tersine döndürüldüğü zaman kırılması için gereken rotasyon miktarı, aynı kuvvetle saat yönünde döndürüldüğü zaman kırılması için gereken rotasyon miktarının neredeyse yarısı kadardır (25, 76, 81). Bu nedenle bu tip enstrümanlara saat yönü tersi kullanımda fazla basınç uygulanmamalıdır.

Hedström eğeler

Paslanmaz çelik kanal aletleri grubu içinde, güta-perkanın uzaklaştırılmasında en etkili olanlar Hedström eğelerdir. Kanal tedavisinin yenilenmesi gerektiği durumlarda, güta-perkanın kök kanal sisteminden mümkün olduğunca uzaklaştırılması esastır. Bu işlem için uygun bıçak keskinliği nedeniyle H-tipi eğeler sıklıkla kullanılmaktadır, yapılan çalışmalarda başarılı olduğu gösterilmiştir (14, 35).

H-tipi eğeler, K-tipi eğelerden daha aktiftir, çünkü pozitif kesme açıları vardır. Kesiti yuvarlak bir telden üretilirler. Modern Bilgisayar Destekli Dizayn ve Bilgisayar Destekli retim (CAD-CAM) teknolojileri, çok çeşitli Şekillerde H-tipi eğeler üretilmesini sağlamıştır. Bıçak açısı ve helikal aının bu teknikle ayarlanması mümkündür. Aletin sap kısmına bakan yüzlerin kenarları, yani bıçaklar daha keskin hazırlanabilir.

H-tipi eğeler, kök kanal duvarına yaslanıp çekilerek ve saat yönünde çevrilerek kullanılır. Kanal içine itildiklerinde iş görmezler, ancak saat yönünde çok çevrildiğinde bıçak kenarlarının keskin olması nedeniyle kanalda vidalanabilir. Dentinin esnekliği de hesaba katılırsa, deneyimsiz bir kullanıcı eğeyi istenmeyen Şekilde kanalın içine saplayabilir. Eğe, sıkıştığı yerden kurtulması için saat yönünün tersine çevrildiğinde ya da geri çekildiğinde ise hemen kırılır. Bu durum, K-tipi bir eğe kullanıldığında daha nadir ortaya çıkar. Bütün bu özelliklerinden dolayı H-tipi eğeler “reaming” yerine dentinden daha çok madde kaldırılması gerektiği durumlarda “filing” hareketi ile kullanılmalıdır.

H-tipi eğe tasarımında bıçak açısı ve sarmal bıçaklar arası mesafe önemlidir. Bıçak açısı kesici kenarın yüzeyle teması incelendiğinde görülebilir. Kesici kenarın yüzeyi kuvvetin uygulandığı doğrultu yönünde dönüyorsa bıçak açısı pozitif, yüzeyi yalayacak biçimde kuvvet yönü tersineyse kesme açısı negatiftir. Çoğu endodontik enstrümanın hafif bir pozitif kesme açısı vardır. Pozitif kesme açısına sahip bir alet dentin yüzeyini adeta tıraŐlar. Böyle bir durumda alet kendi kendine kanal içinde ilerler. Bu nedenle optimum etki için enstrüman hafif pozitif ya da nötral bir kesme açısına sahip olmalıdır. Dentin artıkları ile dolan oluklar derin ise eğe kanalda daha uzun süre etkili çalıŐabilir. Oluk dentin talaŐlarıyla olduğunda alet dentin yüzeyinden ayrılır ve etkisini kaybeder. Dentini uzaklaştırmak için pozitif kesme

açısı olan ve bıçaklar arasındaki olukların derin olduğu bir eğe seçilmelidir. Korun, yani bıçakları taşıyan gövdenin çapı azaldıkça aletin sertliği azalır, ancak kırığa eğilim artar.

H-tipi eğeler dentini uzaklaştırmada etkili bir enstrüman olarak kabul edilirler. Ancak, K-tipi eğelerin tersine H-tipi eğeler kanalın eğriliğine göre daha zor biçimlendirilirler. Aşırı eğilmeleri sonucu çatlaklar oluşarak alet kırılabilir (54). Klinik koşullarda yıpranmanın görsel, fiziksel göstergeleri olmaksızın bu durum ortaya çıkabilir, oysa K- tipi eğelerde kırılma öncesi bıçaklarda değişiklikler gözlenir.

Hibrit kanal aletleri

K-tipi ve H-tipi eğelerin basitçe modifiye edilmesiyle çok çeşitli, yeni dizayna sahip eğeler üretilmiştir. Bu eğelerin çap ve boyutları K-tipi ve H-tipi eğelere benzerdir. Klasik K-tipi eğe üretim tekniklerini kullanarak, K-tipi enstrüman kesitinin kareden paralel kenara değiştirilmesiyle yeni bir eğe oluşturmak mümkündür ve bu yeni eğe daha esnektir. Nedeni, kesitin, biri diğerinden küçük iki çapı olmasıdır. Büyük çap eğe çapı olarak kabul edilir. Bu dizaynda kök kanal duvarı ve eğe arasındaki dentin talaşlarına daha çok alan sağlanır. Bu eğeler “flex files” olarak bilinir.

Bilgisayar destekli işleme sistemlerinin kullanımıyla K-tipi eğelere benzer ancak kesiti yuvarlak telden eğelerin yapılması da mümkündür. Bu eğeler daha keskin bıçaklara sahiptir, böylece eğeleme etkinliği artar. Bıçaklar arası olukların daha derin olması daha çok dentin talaşının kanaldan atılmasını sağlar. Ancak bu eğelerin dayanıklılığı bir K-tipi eğeden çok Hedström eğe dayanıklılığına benzer. K-tipi eğelerin daha keskin olan bıçakları kanalda sıkışmaya meyillidir, eğe geri

çekildiğinde ya da ters yöne çevrildiğinde kırılır (130). Bu dizayna sahip K-tipi enstrümanlar Ni-Ti alaşımından da yapılmaktadır.

H-tipi eğelere ait olan birçok modifikasyon mevcuttur. Çoğu marka, H-tipi eğelerin çift sarmallı bir konfigürasyonudur. Çift sarmal yapı, kesici kenar sayısını ikiye katlar dolayısıyla kesici kenarlar arası mesafe oldukça azalmıştır. Bu nedenle, etkinlikleri konvansiyonel H-tipi eğelere kıyasla artmış değildir (68). Sürekli değişen sarmal açığına sahip modifiye H-tipi eğeler de piyasada mevcuttur. Bu varyasyon eğenin dentine saplanma ve kırılma riskini azaltır.

Uç dizaynı

Enstrüman ucunun iki fonksiyonu vardır; kanalı genişletmek ve eğeye kanal içinde kılavuzluk etmek. Kullandığı eğe ucunun özelliğini bilmeyen bir klinisyen; örneğin ucu keskin bir eğe çok uzun süre aynı pozisyonda kullanılırsa kanalın transportasyonuna neden olur. Aletin ucu keskin değilse ve kanal çok darsa, aşırı derecede rotasyon ve baskı uygulanması eğenin kırılmasına yol açacaktır.

Weine ve arkadaşları (154), eğe ucunun kesici etkisinin kök kanal preparasyonunda önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Bazı endodontik eğelerin Giromatic başlığa takılarak (1000 g basınç uygulanarak çeyrek dönüşlü resiprokal bir eğeleme hareketi ile) kullanımında ucun kesici özelliğinin etkisi olduğu kanıtlanmıştır (90 ve 91). Bu sonuç, eğelerin kendilerinden dar kanallarda ilerleyebildikleri düşünüldüğünde şaşırtıcı değildir, bu olayın tek nedeni ucun aşındırıcı özellikte olmasıdır. Yani kesici uçlar eğenin çapından dar olan kanallarda ilerlemede yararlıdır. Ancak çelik eğelerin sertliği kanalın dış eğriliğinde basamak oluşumuna yol açar. Bu basamak oluşumunu önlediğini iddia eden modifiye uç dizaynları mevcuttur. Ancak hiçbirinin diğerinden üstünlüğü klinik olarak

ispatlanmış değildir (69, 106, 107, 110, 119). Günümüzde kullanılan tüm eğeler kesici olmayan bir uç dizaynına sahiptir.

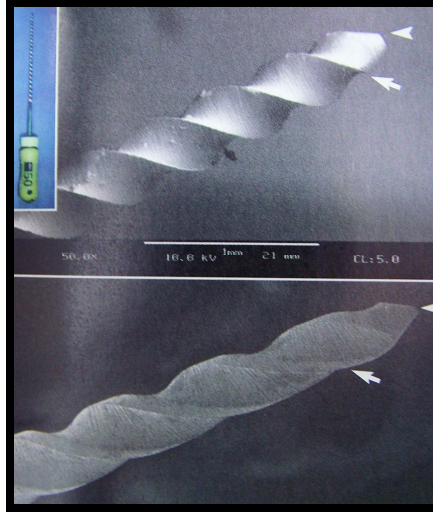
Ni-Ti eğelerdeki gelişmeler, döner eğelerin ortaya çıkmasını sağlamıştır ve günümüzde sıklıkla kullanılan bu eğelerin çok çeşitli uç dizaynları mevcuttur.

2.2.2. Döner Nikel-Titanyum Kanal Aletleri

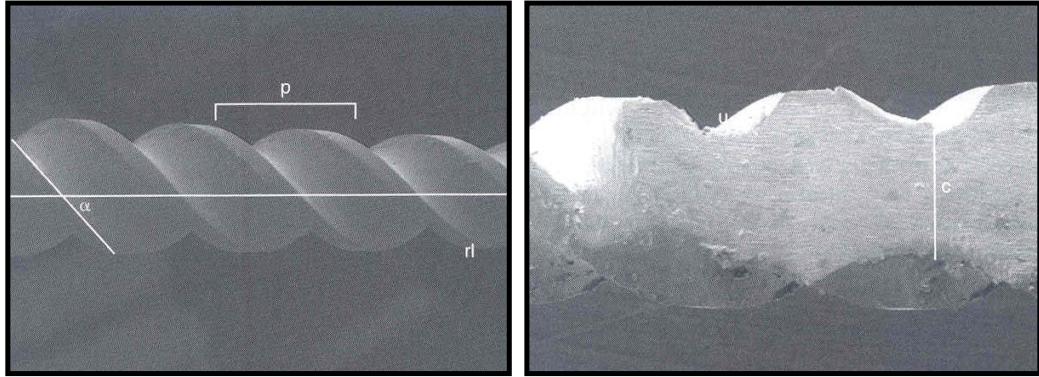
Endodontik eğe kalitesini artırmak için yeni metal alaşımlar üzerinde çalışılmalar sürdürülmüş ve en umut vadeden alaşım “nitinol” (nikel-titanyumun eşatomik alaşımı) üretilmiştir (151). Ni-Ti alaşımın düşük elastiklik modülü enstrümana üstün bir elastiklik yeteneği sağlar. Üretimi, imalatı ve işlenmesi zor olan pahalı bir alaşımdır. Olağan dışı özelliklere sahip “şekil hafızalı alaşımlar” sınıfındandır. Bu alaşımın en önemli özelliği, endodontik enstrüman üretimine uygun psödoelastik (kuvvet kalktığında eski haline dönen) yetenekte olmasıdır. Alaşım normal şartlarda ostenitik kristal fazda bulunur. Sabit bir sıcaklıkta, kuvvetler ostenitik fazı martensitik yapıya dönüştürür. Kuvvet ortadan kalkınca malzeme yine ostenitik faza yani orijinal şekline döner. Bu olay bilinen elastik deformasyonla ilgili olmayıp, tamamıyla kuvvet tetikleme ile başlayan ostenitik fazdan martensitik faza termoelastik bir geçiştir. Martensitik fazda aletin bükülmesi için sadece hafif bir kuvvet yeterlidir ancak bu bükülme sınırlıdır. Martensitik faza geçiş için gereken kuvvete ulaşıldığında deformasyon ardından da kırık meydana gelir. Bu malzemeden yapılan eğeler klasik paslanmaz çelik eğelerden farklı olarak kalıcı deformasyona uğramadan önce daha çok esnerler. Kırığa direnç, kırılma öncesindeki eğilme açısının miktarıyla ölçülür. K-tipi paslanmaz çelik eğelerde kırığa karşı direnç, K-tipi Ni-Ti eğelere göre fazladır (22). Alaşım, kuvvetler altında önemli faz değişikliği

yaşar. Bu martensitin yavaş termoelastik ya da ani kırılan tipi olabilir. Kristal değişim safhasında Ni-Ti eğenin kırılmaya eğilimi çok artar. Döner eğeler kullanılırken bu durum mutlaka dikkate alınmalıdır. Alaşıma “bor” eklenmesiyle nitinol eğelerin yüzey sertlikleri büyük ölçüde artmıştır. Bu alaşımlar sürekli olarak geliştirilmektedir (82)

Paslanmaz çelik eğeler kanal şeklini değiştirmeden ve perforasyon oluşturmadan döner ege olarak kullanılacak esneklikten yoksundur. Ayrıca döner ege olarak kullanılmaları için özel dizayna sahip olmaları gereklidir. Döner eğeler yıllarca Giromatic başlığıyla kullanılmıştır. Bu başlık alete karşılıklı (resiprokal) bir çeyrek dönüş sağlar. Çoğu Giromatic uçları timerf dizaynına sahiptir, ancak K-tipi ve H-tipi benzeri uçlar da kullanılmıştır. Fakat Giromatic endodonti pratiğinde hiçbir zaman önemli bir yere sahip olacak kadar yararlı olmamıştır. Süperelastik (şekil hafızalı) alaşımlar, geri dönüşü olmayan bir plastik deformasyona uğramadan önce diğer materyallere göre 10 kat fazla eğilebilir (82). Burulma kuvvetlerine dirençlidirler ve bu özellikleri nedeniyle eğri kanalların genişletilmesinde çok yararlı olurlar (150). Nitinol kanal aletlerinin öneminin anlaşılmasıyla, döner Ni-Ti sistemler geliştirilmiştir (Şekil 1). Son yıllarda çok çeşitli şekillerde döner ege sistemleri piyasaya çıkmıştır, bu sistemlerde kanalın genişletilmesi sırasındaki hataları en aza indirmek amaçlanmıştır. Ayrıca hasta ve hekim konforunu artırır, çalışma zamanını kısaltırlar.



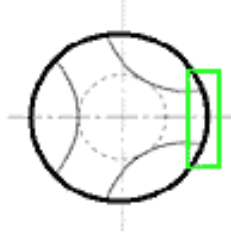
Şekil 1. Bir el eğesi ve Ni-Ti enstrümanın bıçak geometrisi ve uç konfigürasyonu gösterilmiştir. Üstteki K-tipi el eğesi üzerinde ok keskin bıçak kenarını ve ok başı küt alet ucunu göstermektedir. Altta ise bir GT döner enstrüman görülmekte, ok radyal alanı, ok başı ise kesici olmayan alet ucunu göstermektedir (103).



Şekil 2. a. Ni-Ti döner aletlerin dizayn özellikleri: α =sarmal açısı, p =bıçaklar arası mesafe, rl =radyal alanlar. b. Alet yan yüzünden aşındırılarak “U” şekilli olukların görülmesi sağlanmış (103)

ProFile ve ProFile GT (Tulsa Dental Products, Tulsa, OK), LightSpeed (LightSpeed Technology, Inc., San Antonio, TX), Quantec (Analytic, Orange, CA), POW-R (Union Broach, York, PA), Hero 642 (MicroMega, Geneva, Switzerland) ilk

olarak piyasaya çıkan önemli döner sistemlerdendir. ProFile, LightSpeed ve Quantec “U” şekilli olukları ve radyal alanları ile benzer dizayna sahiptir (Şekil 2 ve 3).



Şekil 3. ProFile kesiti ve radyal alan.

Radyal alanlar enstrüman periferinde göreceli büyük bir kitle oluşturarak aleti daha sağlam kılar. Bu periferel güçlenme Quantec eğelerde daha belirgindir, ancak her iki sistemin de sahip olduğu negatif kesme açısı benzerdir (52). Hero 642 gibi daha yeni enstrümanlar ise daha farklı bir dizayna sahiptir. Bıçakları biraz daha keskin, üçlü helikal-sarmal yapıya sahip bir Hedström eğeye benzerler. Bıçakların koronere doğru değişen helikal açısı kök kanalına sıkışma riskini azaltır. Hero 642, 500–600 devir/dakika arasında kullanılacak şekilde üretilmiştir. 0,02 mm/mm açılı eğeleriyle Quantec 60 numaraya, Hero 642 ise 45 numaraya kadar genişletme sağlayabilir. Kök kanallarında gereken apikal genişlik çoğu zaman bu enstrümanlar ile yeterli derecede sağlanamayabilir (45, 71). Sadece LightSpeed enstrümanlar hafif eğriliğe sahip kanallarda istenen apikal genişletmeyi sağlayabilir. Döner Ni-Ti eğeler, kırılmamaları için sabit bir dönme hızında kullanılmalıdır. Havalı başlıklarla kullanımları mümkünse de elektrikli başlıklarla kullanılmaları önerilir. Çünkü hava basıncındaki değişimler dönme hızını da değiştirecektir. Elektrikli sistemde istenen sabit bir dönme hızında çalışılabilir.

Uygun dizaynın seçilmesiyle enstrüman üzerine gelen aşırı kuvvetler elimine edilebilir:

1. Eğenin minimum ve maksimum çapları arasındaki fark az olmalıdır. Böylece en geniş çap için gereken tork miktarı en küçük çapın plastiklik limitini (kalıcı deformasyonun meydana geldiği eğe bölgesinden eğenin kırılması) geçmeyecektir.

2. Eğenin ucu ve maksimum çapı arasındaki uzaklık kısa olmalıdır, böylece gerekli tork eğenin herhangi bir noktasında kırığaa yol açmaz.

3. Konikliği (açılanması) sıfıra yakın ya da neredeyse paralel ve aktif kısmına oluklar açılmış bir eğe seçilerek eğri kanallar genişletilmelidir. Böylece kanalın apikal üçlüsünde alet üzerinde istenmeyen kuvvetler oluşmadan ve debris sıkışmasına yol açmadan genişletme yapılabilir.

4. Eğenin aktif kısmı kanal ile tamamen temasta ise aralıklı çalışılmalıdır.

5. Kırığaa neden olabilecek gte tork oluşmasını engellemek için spirallerin sayısı azaltılmalıdır, böylece fazla debris birikimi de engellenebilir.

6. Eğe olukları debris ile dolmadan enstrümantasyonun tamamlanması için eğe sık sık temizlenmelidir.

7. Kanal yüzeyindeki abrazyonun azaltılması için eğe üzerindeki radyal alanlar vb. tüm alanlar minimum olmalıdır.

8. Asimetrik kesiti olan enstrümanlar eğenin kanal merkezinde kalmasına yardım eder.

9. Benzer sarmal açıya sahip oluklar azaltılmalıdır. Değişken sarmal açıya sahip bir eğede vidalanma ihtimali azalır. Oluklar sarmal açıya sahip olmadığı zaman vidalayıcı kuvvetler yok olur.

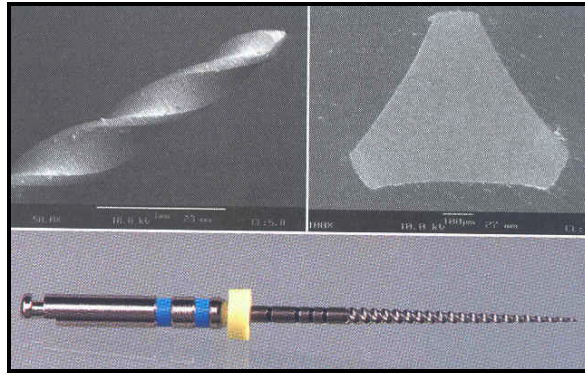
10. Pozitif kesme açısı kanal genişletme etkinliğini artırır.

11. Gövde içine doğru aşındırılarak yapılmış bıçaklar yerine eğeden periferde doğru yükselen tipteki bıçaklar tercih edilmelidir.

12. Eğe üzerindeki kanallar uzun aksa paralel olarak hazırlanmış olmalıdır. Çünkü eğe kırıldığı zaman bu aralıklardan girilerek uzaklaştırılabilir (149).

2.2.2.1. ProFile Sistemi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)

ProFile serisinde %4, %6 ve %8 açılı döner kanal aletleri bulunur.



şekil 4. ProFile eğe ucu ve kesiti.

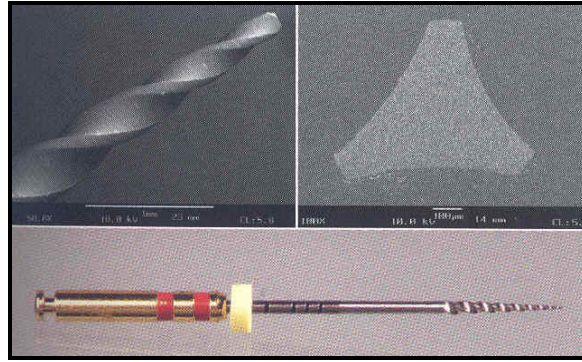
ProFile enstrümanlara enine kesitten bakıldığında üç radyal alan ve her radyal alanın iki yönlü hafif negatif kesme açısına sahip kenarları olduğu görülür (şekil 4). Bu radyal alanlar enstrümanın kanalın merkezinde kalmasını sağlar. Kesici kenarlar dentinde aktif kesme ve vidalanma olmaksızın kazıma yaparlar. Radyal uçlar birbirlerinden üç “U” şekilli oluk ile ayrılmıştır. Çalışma sırasında bu oluklarda debris birikmekte ve koronere ilerleyerek dışarı atılmaktadır (103).

Bu eğeler esnekliğin artmasını sağlayan paralel kora sahiptir. Kesici olmayan uçları genişletme işlemi boyunca eğenin kanal merkezinde kalmasını sağlar ve enstrümana rehberlik eder (33, 91). ProFile eğeler için önerilen dönüş hızı ürünün tüm jenerasyonlarında 150–300 devir/dakika’dır (43).

Daha fazla genişletmeye ihtiyaç varsa ProFile GT enstrümanlar kullanılır.

2.2.2.2. GT Döner Eğeler:

GT döner eğeler, ProFile serisinin son jenerasyon eğelerdir, standart eğelerden (0,02 koniklikte) 3 ve 6 kat daha çok açılırlar. Apikal çapları 20, 30 ve 40 # olan 3 ayrı seriden ibarettir. Her serinin %4, 6, 8 ve 10 konikliğinde eğeleri mevcuttur. %10 açılı 35, 50 ve 70 numaralı eğeleri de bulunur. Uç kısımları kesici özellikte değildir (Şekil 5).



Şekil 5. GT eğe ucu ve kesiti.

Koroner üçlünün genişletilmesi ya da geniş kök kanallarının apikal üçlü preparasyonu için üretilmiş yardımcı GT eğeler bulunmaktadır. Bu seride üç adet Ni-Ti eğe bulunur, 0,12 mm/mm açılıdırlar.

ProFile eğelerin sahip olduğu “U” şekilli oluklar ProFile GT eğelerde daha siliktir. Maksimum oluk çapları 1,5 mm’dir. D₀ çapları; 0,35, 0,50 ve 0,70’dir.

Aksesuar GT’lerin posterior kanallarda kullanımları sınırlıdır. Bunun nedeni, aletin koroner kısmındaki kesici bölümün çapının 6 numaralı Gates Glidden frezine eşdeğer olmasıdır (149).

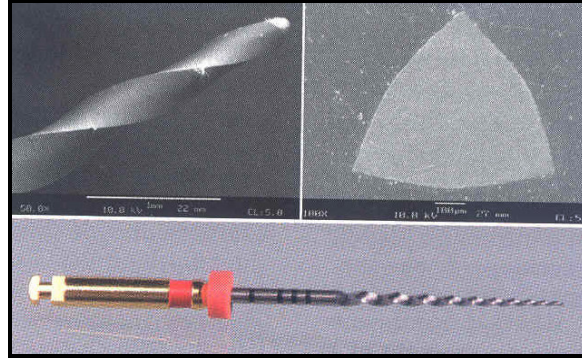
2.2.2.3. Protaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)

Bu sistemde temel seri; üç adet şekillendirici ve üç adet bitirici eğeden meydana gelir.

1 ve 2 numaralı (mor ve beyaz) şekillendirici eğeler D_0 noktasında sırasıyla; 0,185 mm ve 0,20 mm'dir. Uçları yarı aktiftir. D_{14} noktasında çapları 1,2 ve 1,1 mm'dir. Bu eğelerin aktif bölümleri artan bir açılanmaya sahiptir. Bu, enstrümanı daha agresif ve kanal içinde belirli bir alanda şekillendirici kılar. Kanalın koroner üçlüsünde 1 numaralı, orta ve apikal üçlüde ise 2 numaralı eğe kullanılır.

Üç adet bitirme eğesi bulunur. D_0 noktasında çapları sırasıyla; 0,20, 0,25, 0,30 mm'dir. D_0 ve D_3 noktaları arasında açılanmaları; % 7, 8 ve 9'dur. D_4 ve D_{16} arasında her eğe artan bir açılanmaya sahiptir. Böylece esneklik artar ve burulma sonucu kırılma tehlikesi azalır. Bu enstrümanlar apikal üçlünün sabit bir genişlikte bitirilmesi için dizayn edilmişlerdir, orta üçlüyü de dereceli olarak şekillendirirler. Genellikle kanalın apikal üçlüsünün genişletilmesinde sadece bir bitirici eğeye gerek duyulur, ancak bu eğe kanal kurvatürü ve çapına uygun seçilmelidir.

Artarak artan konikliğe sahip bu farklı eğelerin üstün esneklik ve kesme özellikleri bulunmaktadır. Dar ve eğri kanallarda çalışma boyuna ulaşılmasını sağlayan rekapitülasyon sayısını tıkanma olmaksızın azaltırlar. Ayrıca dereceli olarak artan açılanmaları sayesinde, dentinde ulaşılamayan düzensiz, küçük sahalara ulaşılır. Burulma kuvvetlerini, eğe yorulmasını ve kırılma olasılığını azaltır. Bu enstrümanların çok önemli bir özelliği de, dentin ile eğenin temas yüzeyini azaltan konveks üçgen kesitleridir (Şekil 6).



Şekil 6. ProTaper eğe ucu ve kesiti.

Kesme etkisi, bıçak kenarları arasındaki mesafe (vida adımı) ve sarmal yapı arasındaki denge iyi kurulduğundan kullanımları güvenlidir. Kanal içinde vidalanmazlar ve aktif olarak debris kanal dışına atarlar. Çoğu zaman üç enstrüman ile çalışma boyunca düzgün, tam açılı bir genişletme yapmak mümkün olmaktadır. Ancak ProTaper enstrümanlar gözle görülen bir belirti vermeden kırılabilir, bu nedenle kırılacaklarını önceden anlamak çok zordur (5).

Protaper enstrümanlar elektrikli sisteme takılı olarak 300 devir/dakika sabit hızda kullanılmalıdır.

2.2.2.4. Quantec Serisi (SybronEndo, Kaliforniya, ABD)

McSpadden, Quantec Serisi olarak adlandırılan bir enstrüman serisi dizayn etmiştir (Şekil 7) ve 340 devir/dakika'da kullanılırlar (McSpadden JT.Advanced geometires in endodontic microfiles: The Rationale, Chattanooga, TN, ABD: The NT Company.1996).



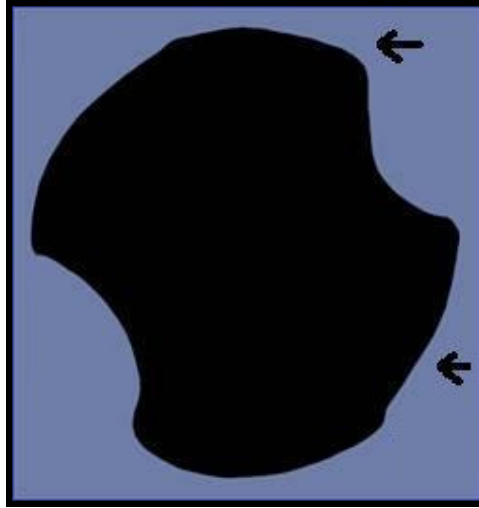
Quantec SC



Quantec LX

Şekil 7. Quantec SC kesici uca, Quantec LX ise kesmeyen uca sahiptir.

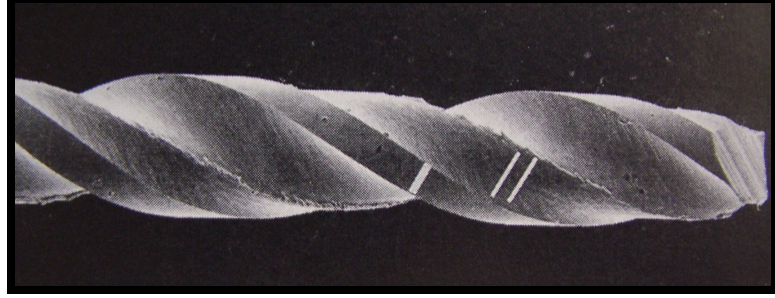
Quantec eğelerde sarmal sayısı azdır, böylece dentin-eğe temas alanı, enstrüman üzerindeki ve yüzeydeki kuvvetler en aza iner. Sarmal sayısının azaltılması teorik olarak apikale sıvı, irigant akışını artırırken debrisin de koronere taşınmasını hızlandırır. Radyal alanlar kesici kenarları (bıçakları) destekler (Şekil 8).



Şekil 8. %2 koniklikteki Quantec enstrüman kesitinde üstteki ok radyal alanı, altta ok ise destekleyici radyal alanı göstermektedir.

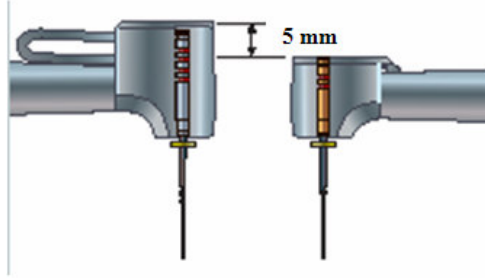
Quantec eğe serisi %12, 10, 8, 6, 5, 4, 3, 2 mm/mm açılı Ni-Ti döner eğe serisinden oluşur. Hepsinin D_0 noktasındaki çapı 0,25 mm'dir. Ancak 15–60# arasında %2 açılı enstrümanları da mevcuttur. Quantec eğelerde iki oluk bulunur. Olukların az sayıda olması daha derin hazırlanmalarına izin vermiştir. Aynı çap ve uzunlukta, aynı uç yapısına sahip bir üç oluklu eğeye kıyasla koronere daha çok debris taşır. Ayrıca kırılma potansiyeli iki oluklu bir egede daha azdır. Değişken

sarmal açısına sahip olması da Quantec eğenin dentine saplanma ihtimalini azaltır (Şekil 9).



Şekil 9. Quantec 10 # %2 açılı Ni-Ti döner enstrüman. Tek beyaz çizgiyle gösterilen alan esas dentini kaldıran kısımdır. Çift beyaz çizgiyle gösterilen alan ise Quantec eğelere özel olup periferel yüzeyi destekler. Keskin ve künt uç görülmektedir (149)

“Axxess” Quantec eğelerin sap kısmı diğer sistemlerdekinin uzunluğundan %30 kısadır (Şekil 10).

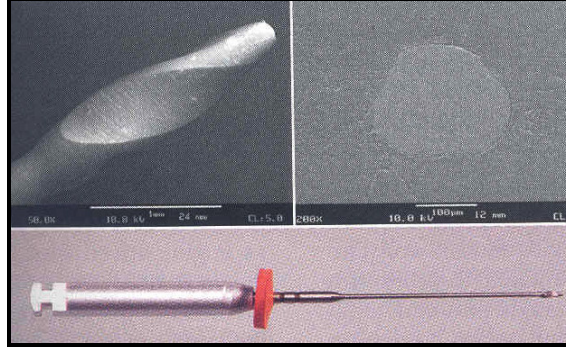


Şekil 10. Küçük başlı angldruva ile 5 mm interokluzal alan kazanılır.

2.2.2.5. Lightspeed (Lightspeed, Teksas, ABD)

ProFile Serisi ile aynı kesit geometrisine sahiptir ancak uzun gövdeleri, kısa alev uçları ile Gates Glidden frezleri andırırlar (Şekil 11). ISO ve ANSI'ya göre 20–140 numara arasında mevcuttur. Bu sistemde 60 numaraya kadar ara numaralar (22,5

ve 27,5 gibi) da bulunur. Daha küçük çaplı olanların uç kısmı öyle küçüktür ki çıplak gözle zor seçilir. Dizaynları enstrüman çapına göre bazı farklılıklar gösterir (85).



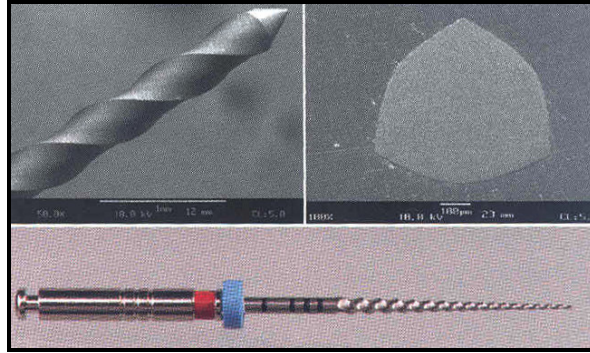
Şekil 11. Lightspeed enstrüman ucu ve kesiti.

Dikkatli kullanılırsa kırılma potansiyeli diğer Ni-Ti sistemlerle aynıdır. Üretici firma kanal genişletirken numara atlanmaması gerektiği belirtilmiştir. Transportasyon oluşturma olasılığı çok azdır, kanal istenen şekilde genişletilebilir. Çünkü spirallere sahip olmayan uzun ve esnek gövdesi eğri kanallara uyum sağlar. Diğer sistemlere göre çok daha yüksek devirde kullanılırlar; 1000–2000 devir/dakika. arasında kullanılmaları önerilir. Bu sistemdeki eğeler hiçbir durumda 750 devir/dakika altındaki hızlarda kullanılmamalıdır (136). Çünkü kesici kenar ile dentin arasındaki minimum temas daha yüksek dönüş hızı gerektirir. Ancak tam bir enstrümantasyon için çok sayıda ege kullanılması bu sistemin dezavantajıdır. Uç kısımlarında uzun ve kesici olmayan bir pilot bölüm bulunur.

Bu sistem kullanılarak koroner üçlüde aşırı genişletme yapılmadan normal apikal preparasyondan daha fazla genişletme yapılabileceği bildirilmiştir (165, 149)

2.2.2.6. FlexMaster (VDW, Mnh, Almanya)

% 2, 4, 6 ve 11 açılı 20, 25 ve 30 numaralı eğelerden oluşan bu sistemde genişletilen kanala bağlı olarak 3–5 enstrüman ile şekillendirme tamamlanabilir. %2 açılı eğeleri çok eğri kanallarda azami dayanıklılık ve esneklik gösterir.

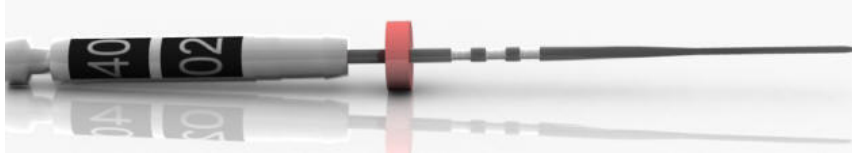


şekil 12. FlexMaster eğe ucu ve kesiti.

Enstrümanın kesici olmayan ucu ve dış bükey üçgen kesiti merkezi konumda kalmasını sağlar (şekil 12). Dikkatle işlenmiş K-tipi kesici bıçakları kesme etkisini oldukça artırır. FlexMaster eğeler üzerinde daha az stres oluştuğundan 8 kez kullanılabilir. Bıçaklar arasındaki yeterli mesafe sayesinde dentin talaşları ve debrisin atılması kolaylaşır. Genişletme işlemi el eğelerine kıyasla %50 daha kısa sürede tamamlanır (167).

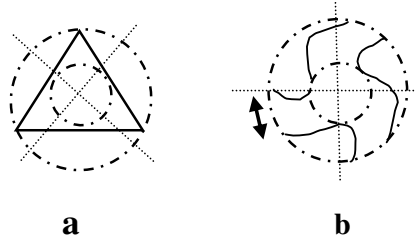
2.2.2.7. Liberator (Miltex Inc., York, ABD)

%2, 4, 6, 8, 10 açılı, 15–80 # enstrümanlardır. Liberator eğeler üçgen kesitli ve künt uçludur. Farklı gövde dizaynına sahiptir, gövdeleri düzdür (şekil 13).



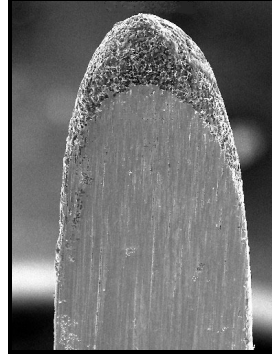
Şekil 13. Liberator %2 açılı eğe. Liberator döner eğerlerde sarmal bıçaklar yoktur.

Konvansiyonel sarmal bıçaklara sahip Ni-Ti enstrümanların kanala vidalanmalarını engellemek için ok ile gösterilmiş radyal alanları bulunur (Şekli 14). Radyal alanın olmaması eğe ve kanal duvarı arasındaki sürtünmeyi azaltır. Çoğu sarmal gövdeli enstrüman doğası gereği kanala vidalanma eğilimindedir. Üretici kanala saplanma riskinin olmadığını belirtmektedir ve kırık oluşma riski oldukça azalmıştır.



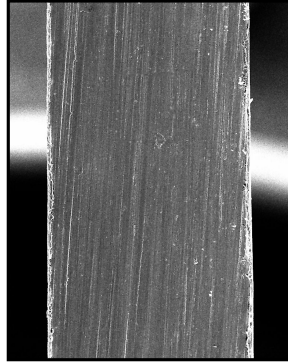
Şekil 14. a. Liberator eğe kesiti (radyal alan yok), b. Birçok Ni-Ti döner egede radyal alan mevcuttur (ok radyal alanı gösteriyor).

Diğer enstrümanlarda bulunan radyal alanlar, özellikle pozitif kesme açısına sahip eğerlerde bıçakları destekler, ancak aynı zamanda kanal içinde sürtünme oluşturur. Liberator enstrümanlar ise negatif kesme açısına sahiptir; 1500–2000 devir/dakika'da kullanılmaları önerilir. Vidalanma olasılığı olmadığı için bu hızda kullanılmaları mümkün olmaktadır, böylece kullanılan tork oldukça düşük olur. Torkun düşmesiyle eğin kırılmasına neden olan kuvvetler azalır. Uç dizaynları basamak ve transportasyon oluşumunu azaltır (Şekil 15).

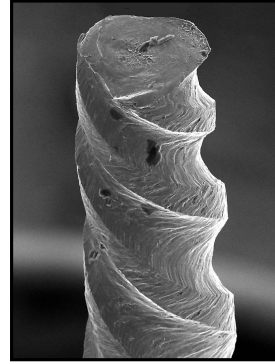


Şekil 15. Roane tarafından geliştirilen bu uç dizaynı 15 yıldır Flex-R enstrümanları ve bazı el eğelerinde de kullanılmaktadır (110). Eğenin merkezde kalmasına yardım eder.

Liberator enstrümanların farklı bir üretim süreci vardır. Elektrokimyasal işleme sırasında artan sıcaklığı kompanse eden kimyasal bir likit kullanılarak yüksek ısının yol açtığı kırılmalık engellenir. Diğer döner eğelerde eğe gövdesine yatay bir bıçak işleme yapılır. Liberator eğelerde ise eğe aksına paralel bir işleme süreci olduğundan kırığa yol açan yatay mikro çatlakların oluşması engellenir (Şekil 16) (168).



a

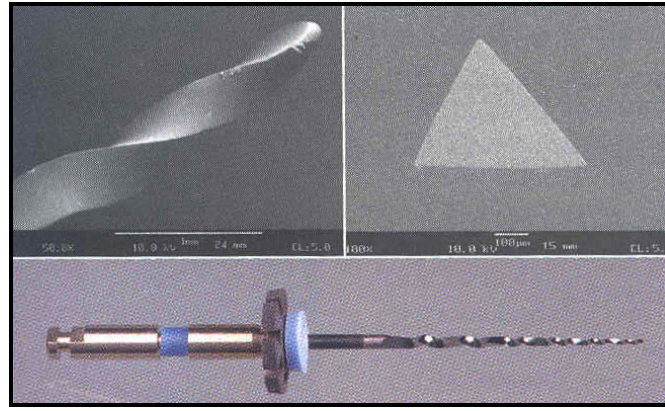


b

Şekil 16. a. Liberator eğe gövdesi alaşıma paralel işlenmiştir. b. Konvansiyonel Ni-Ti eğelerde ise yatay bir işleme yapıldığından eğe kırılmasına zemin hazırlayan horizontal mikro çatlaklar oluşmaktadır.

2.2.2.8. RaCe System (FKG Dentaire, La-Chaux-de-Fonds, İsviçre)

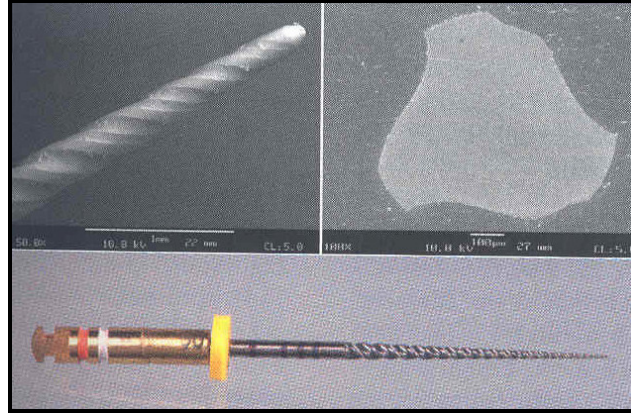
RaCe system (Reamer with Alternating Cutting Edges) %2, 4, 6, 8, 10 açılı, 15-40 #, #50, #60 enstrümanlardır. Üçgen kesitlidir, değişen keskinlikte kesici kenarları vardır (Şekil 17). 300–600 devir/dakika arasında sabit bir hızda kullanımları önerilir (169).



Şekil 17. RaCe enstrüman ucu ve kesiti.

2.2.2.9. K3 (SybronEndo, Orange, Kaliforniya, ABD)

Yeni jenerasyon bir döner Ni-Ti sistemi olan K3, üretici firmaya göre keskinlik ve dayanıklılığın artırılmasıyla tam bir genişletme ve şekillendirme için geliştirilmiştir. Şimdiye kadar piyasaya çıkmış pozitif kesme açısı en fazla eğedir.



Şekil 18. K3 eğe ucu ve kesiti.

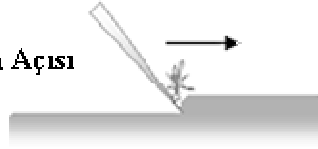
Değişken sarmal açığa sahiptir, bıçaklar arası mesafe değişkendir. Radyal koru dizaynı ve kesici olmayan bir uca sahiptir (Şekil 18). Üretici, tüm bu komponentlerin birleşimi sayesinde optimum kesici etki, etkin debris uzaklaştırılması, kanal transportasyonunun önüne geçilmesi ve kırılmaya karşı üstün bir direnç ortaya çıktığı iddiasındadır. Aletin kesitsel geometrisi kırılmaya karşı direnç sağlamaktadır. Enstrümanlar %2, 4 ve 6 açılıdır, ancak %8, 10 ve 12 açılı “body shaper” lar da mevcuttur. K3 enstrümanlar, “G-pack” ve “Procedure pack” olarak piyasada bulunmaktadır (170).

2.2.2.10. Hero 642 (MicroMega, Besançon, Fransa)

Bir Hedström eğeyi hatırlatan üç sarmallı ve biraz keskin bıçak dizaynına sahiptir. Oluklar arasında dereceli olarak artan uzaklık kök kanalı içine sıkışma riskini azaltır.

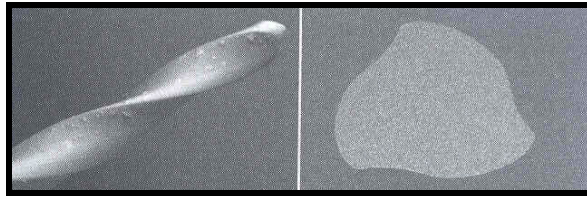


Hafif Pozitif Eğim Açısı



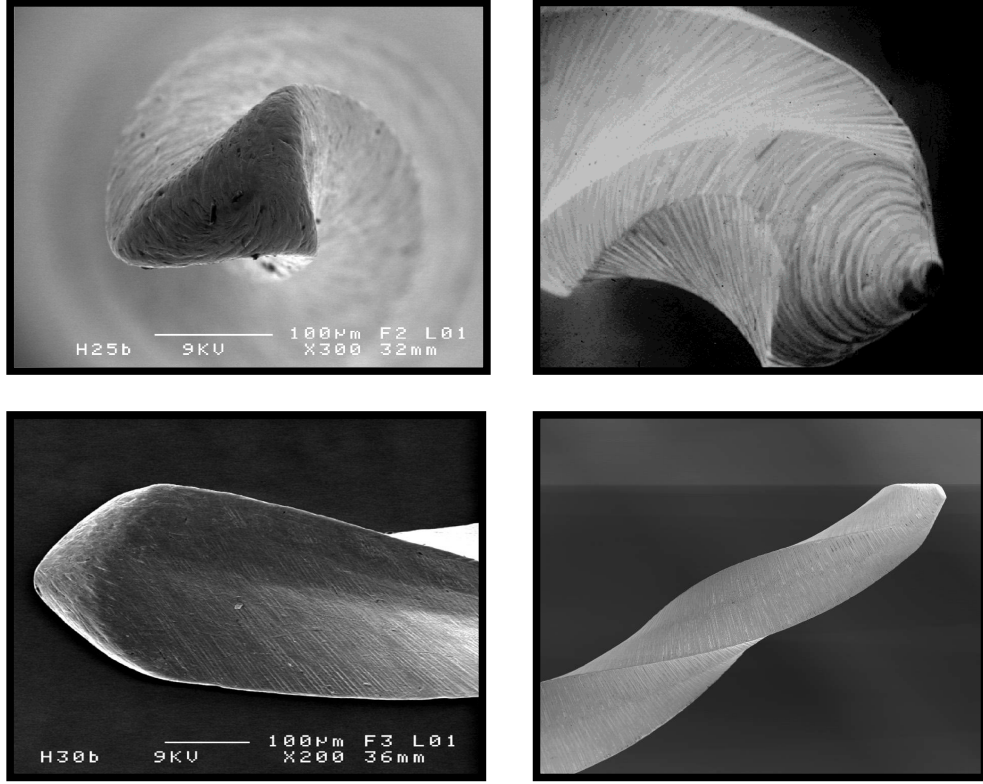
Şekil 19. Aşırı pozitif açılanma yüzeye saplanmaya yol açar, hafif pozitif eğim açısı ise idealdir.

Enine kesiti incelendiğinde hafif pozitif kesme açısına sahip üç adet kesici bıçak görülür (Şekil 19), bıçakları destekleyen radyal alanlar yoktur ancak alet periferine ulaşmayan ve gelen kuvvetleri azaltan alanlar bulunur (Şekil 20).



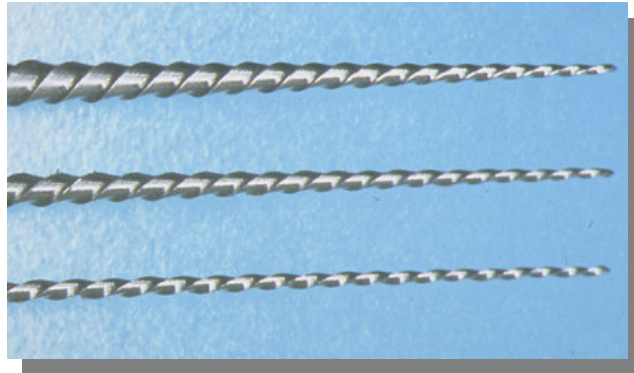
Şekil 20. Hero 642 eği ucu ve kesiti.

K3 eğelerdeki gibi kor kısmı geniştir. Alet kanal duvarlarına üç ayrı noktadan temas ederek merkezde kalabilir. Bu sistemde eği uçları yuvarlatılmış olduğundan perforasyon riski düşüktür (Şekil 21) (121).



Şekil 21. Hero 642 eğe ucu ve spiral yapısı.

500–600 devir/dakika’da kullanılmaları önerilir ve her döner eğe sisteminde olduğu gibi seçilen devir kullanım sırasında sabit olmalıdır. ISO 20–45 arasında numaraları mevcuttur. Her numaranın 0,02 mm/mm açılı enstrümanı bulunur. 20, 25 ve 30 numaralarda 0,04 ve 0,06 açılı eğeler mevcuttur. Üç değişik açılı, kanalın apikal, orta ve koroner üçlüsünde aletlerin istenen şekilde çalışabilmesi içindir (Şekil 22).



Şekil 22. Hero 642 sisteminin %6, %4 ve %2’lik üç farklı açılanması.



Şekil 23. Hero 642 sistemi, mavi, kırmızı veya sarı çizgi izlenerek kolaylıkla kullanılabilir.

0,06 açılı olanlar kanalın 2/3 koronerinde, 0,04 açılılar çalışma boyundan 2 mm geride, 0,02 açılı olan aletler ise çalışma boyunda kullanılmak için geliştirilmiştir.

Kanalın eğriliğine göre önerilen kullanım sıraları vardır (Şekil 23, Çizelge 1, 2 ve 3).

Çizelge 1. Düz kanallarda mavi alet serisi %6 açılıdan %2 açılıya doğru sırayla kullanılır.

Eğriliği <5° olan kolay kanallar için mavi çizgi izlenir			
Çap	%6	%4	%2
30 #	1/2-2/3 ÇB	ÇB-2 mm	ÇB

Çizelge 2. Orta zorluktaki kanallarda başlangıç 25 numaralı eğe ile yapılır ve kutudaki kırmızı çizgi takip edilir ve toplam 5 alet kullanılarak genişletme bitirilir.

Eğriliği 10°-25° arasında olan orta zorluktaki kanallar için kırmızı çizgi izlenir

Çap	%6	%4	%2
25 #	1/2-2/3 ÇB	ÇB-2 mm	ÇB
30 #		ÇB-X mm	ÇB

X= maksimum derinlik, mümkün olduğunca 2 mm civarında olmalı

Çizelge 3. Eğri kanallarda başlangıç 20 numaralı enstrümanla yapılır ve kutudaki sarı çizgi takip edilir. Toplam 6 eğe kullanılarak genişletme bitirilir. Gerekli olduğunda apikal genişletme için %2 açılı 35, 40 ve 45 numaralı enstrümanlar ile genişletme tamamlanır.

Eğriliği >25° olan zor kanallar için sarı çizgi izlenir

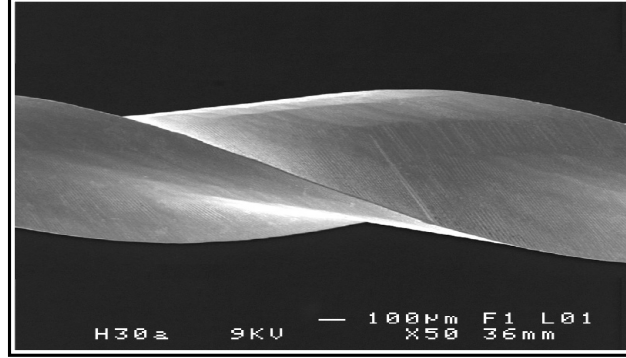
Çap	%6	%4	%2
20 #	1/2-2/3 ÇB	ÇB-2 mm	ÇB
25 #		ÇB-X mm	ÇB
30 #			ÇB

Elektrikli motorlarda 40.000 devir/dakika 75–128 redüksiyon, havalı motorlarda 20.000 devir/dakika 50–64 redüksiyon gereklidir. Ni-Ti döner aletler için özel redüksiyonlu, yeşil kuşaklı angldruvalar kullanılmalıdır (171).

2.2.2.11. Hero Shaper (MicroMega, Besançon, Fransa)

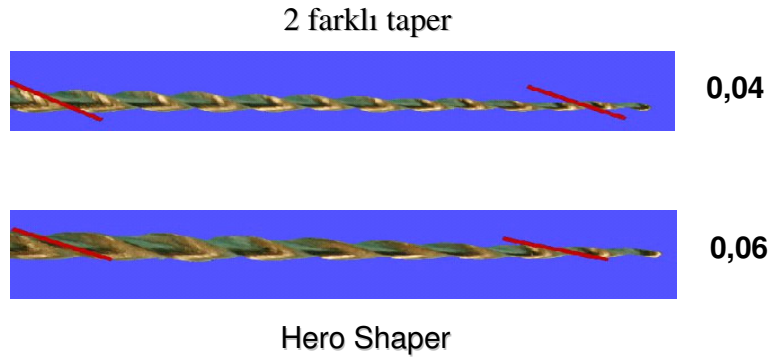
Bu sistemde, helikal bıçaklar arası mesafenin değişmesi ve kesici alet bölümlerinin farklı uzunlukta olmasının üstün etkinlik ve esneklik sağladığı ileri

sürülmektedir. Bıçaklar arası mesafe, Hero 642 eğelerinden fazla olduğundan Hero Shaper eğeleri daha esnektir, debris daha iyi uzaklaştırılır (Şekil 24).



Şekil 24. Saat yönünün tersine bükülerek üretilmiş olmaları kırılma potansiyelini azaltır.

Koroner üçlü 0,06 açılı Hero Shaper, apikal üçlü ise 0,04 açılı Hero Shaper ile bitirilir, iki farklı koniklik vardır (Şekil 25). Apikal bölümün 30 numaralı 0,04 açılı eğeye dek genişletilmesi ile düzgün ve açılı preparasyonlar elde edilir.



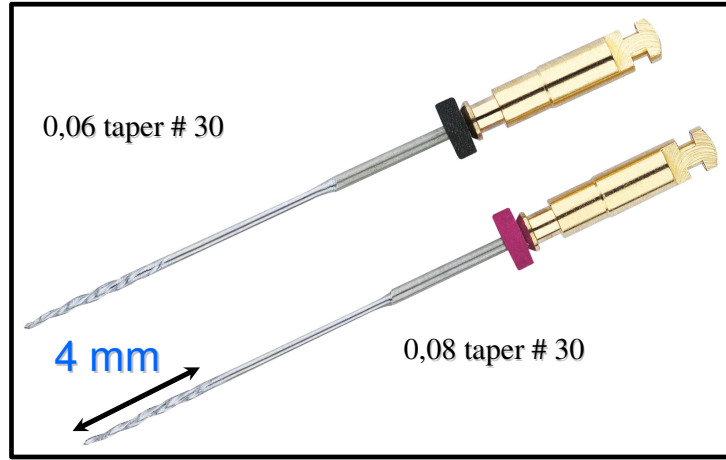
Şekil 25. Hero 642’de üç farklı açılı eğe grubu varken bu sistemde iki farklı koniklik bulunur.

Sistemde 6 adet eğe bulunmaktadır, 0,06 açılı 20, 25 ve 30 numaralı ve 0,04 açılı 20, 25 ve 30 numaralı enstrümanlar mevcuttur.

Kolay kanallarda iki, orta zorluktakilerde üç ve zor kanallarda dört eğe kullanılarak genişletmenin tamamlandığı öne sürülmektedir. Kısa metalik sapları posterior dişlerde daha kolay çalışmayı sağlar (172).

2.2.2.12. Hero Apical (MicroMega, Besançon, Fransa)

Kanalın apikal 1/3'lük kısmının şekillendirilmesinde kullanılır. Aletin kesici bölümünün uzunluğu 4 mm'dir (Şekil 26).

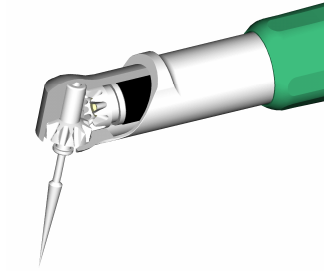


Şekil 26. Sistem 0,06 ve 0,08 açılı 30 numaralı iki adet eğeden ibarettir.

Apikal bölümün daha iyi genişletilip doldurulması, kanal tedavisinin yenilenmesi uygulamalarında eski kanal dolgusunun daha kolay uzaklaştırılması için üretilmişlerdir. Zorluk derecesi düşük kanallarda bu iki alet çalışma boyunda kullanılır. Dar ve eğri kanallarda; 0,06 açılı alet çalışma boyunda, 0,08 açılı çalışma boyundan 1 mm geride kullanılır. Çok dar kanallarda; 0,06 açılı alet çalışma boyundan 1 mm geride, 0,08 açılı alet ise çalışma boyundan 2 mm geride kullanılır (173).

2.2.2.13. R-Endo (MicroMega, Besançon, Fransa)

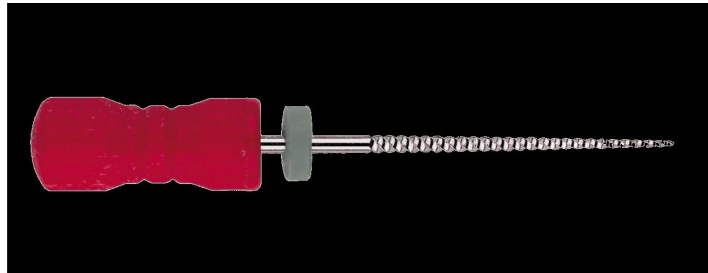
Kök kanal tedavisinin yenilenmesi için geliştirilmiş ilk ve tek eğe sistemidir. Bu sistemdeki döner eğeler 300–400 devir/dak arasında kullanılmalıdır.



Şekil 27. InGeT (Integrated Gear Technology)

InGeT döner dişli, Ni-Ti enstrümanın bir parçası şeklindedir (Şekil 27). Sistemde 5 adet döner Ni-Ti eğe bulunmaktadır.

Rm: Paslanmaz çelik 0,04 açılı ve 25 numara el eğesidir (Şekil 28). Güta-perkanın uzaklaştırılmasına bu eğe ile başlanır. Çözücü uygulandıktan sonra çeyrek tur basınç ile güta içine doğru çevrilip çekilir. Sonraki aletlerin kanal merkezinde çalışmasını sağlayacak şekilde kanal dolgu malzemesine yuva açar.



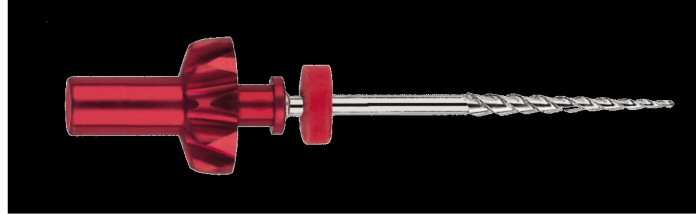
Şekil 28. “Rm” el eğesi ile güta-perka uzaklaştırılmaya başlanır.

Re: Ni-Ti 0,12 açılı ve 25 numaralı döner eğedir (Şekil 29). Kanal ağzından içeri 1-3 mm girilerek giriş yolunu düzleştirir.



Şekil 29. "Re" döner egesi ile koroner üçlüye giriş yapılır.

R1: Ni-Ti 0,08 açılı ve 25 numaralı döner eğedir (Şekil 30). Orta üçlüye dek hafif basınçla ilerlenir, koroner üçlüdeki gütaperkanın uzaklaştırılması ve koroner üçlü enstrümantasyonu tamamlanmış olur.



Şekil 30. "R1" ile koroner üçlü genişletilir.

R2: Ni-Ti 0,06 açılı ve 25 numaralı döner eğedir (Şekil 31). Orta üçlüdeki kanal dolgu malzemesini uzaklaştırmada ve kök orta üçlüsünü şekillendirmede kullanılır.



Şekil 31. "R2" ile orta üçlü genişletilir.

R3: Ni-Ti 0,04 açılı ve 25 numaralı döner eğedir (Şekil 32). Çalışma boyunda kullanılır.



Şekil 32. “R3” ile çalışma boyuna ilerlenir.

Rs: Ni-Ti 0,04 açılı ve 30 numaralı döner eğedir. Tercihen bu eğe ile kanalın şekillendirilmesi bitirilir. Çalışma boyunda çevresel eğeleme ile kullanılır (174).

Eğenin Açılanmasına Bağlı Olarak Kanalın Şekli

Kök kanalına gerekli açılanmanın verilmesi, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunun yeterince yapılmasını ve üç boyutlu olarak doldurulmasını sağlar. Kanal debridmanının en az 0,08-0,10 mm/mm’lik bir açılanma sağlanmışsa mümkün olabileceği gösterilmiştir, ancak bu açılanma ile etkili ve yeterli bir irigasyon mümkündür (2). Piyasadaki açılanması 0,02-0,12 mm/mm arasında değişen kök kanal aletleri ve uygun genişletme tekniğiyle istenen koniklik sağlanabilir.

2.3. Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Sırasında Ortaya Çıkan Problemler

Önceki kanal dolgusunun uzaklaştırılması ve tekrar eğeleme sırasında çalışma boyu kaybı, basamak, transportasyon ve perforasyon gibi komplikasyonlar ortaya çıkabilmektedir (64) ve komplikasyon riski kanal tedavisinin yenilenmesinde artar (86). Eğelerin döndürülerek kullanılması, alet ucunun keskin dizaynı, alt büyük

azaların mezyal kanallarında çalışılırken antikurvatur eğeleme prensibine uyulmaması, irigasyonun yetersiz yapılması sonucu güta-perka parçalarının apikal tıkanmaya yol açması gibi nedenlerle bu komplikasyonlar meydana gelebilir.

Basamak, kanal duvarında iyatrojenik olarak meydana gelen, aletin apikale ulaşamamasına, dolayısıyla çalışma boyu kaybına neden olan bir komplikasyondur (118, 111).

Transportasyon, eğri bir kanalın apikal segmentinin dış duvarından aşırı miktarda dentin kaldırılmasıdır. Bu hata kanalın perfore olmasına yol açabilir (149)

Kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında kanal dolgusunu uzaklaştırmada kullanılan döner aletler

Quantec SC döner enstrümanlar (19), Quantec LX döner enstrümanlar (62), ProFile 0,04 açılı (70, 35, 62, 120, 8) ve ProFile 0,06 açılı (15) enstrümanlar kanal dolgusunu uzaklaştırmak için kullanılmıştır.

K3 sistemi güta-perkayı giromatik benzeri yarım tur dönüşlü başlıklara takılan el eğelerinden daha etkili şekilde uzaklaştırmıştır (86), 2006 yılında yapılan başka bir çalışmada ise diğer bir döner eğe sistemi olan Liberator Files' dan daha etkili bulunmuştur (30). RaCe sistemi, H-tipi el eğelerinden daha etkili ve alet kırığı oluşması açısından FlexMaster ve ProTaper'dan çok daha güvenli bulunmuştur (126).

Primer kanal genişletmede FlexMaster, Sistem GT, Hero 642, K3, ProTaper ve RaCe' nin alt büyük azaların mezyal kanallarında kullanıldığı bir çalışmada, tüm enstrümanlar eğri kanallarda el eğelerine göre minimal ve hemen hemen aynı oranda düzleşme ve çalışma boyu değişimine neden olmuştur (51). Yapılan diğer çalışmalarda Hero 642 sistemi, eğri kanallarda primer genişletme sonunda kanalın

orijinal şeklini bozmamış, kanal formunu daha iyi korumuş ve daha merkezi bir preparasyon sağlamıştır (146, 60, 58). Bu özelliklerine rağmen Hero 642 sistemi kanal tedavisi yenilenmesi ve güta-perka uzaklaştırmada kullanılmamış bir sistemdir. Ancak koroner bölgede sağladığı açılanma ProTaper gibi enstrümanlara kıyasla zayıftır (164).

Bu çalışma, Hero 642 döner ege sisteminin el eğerlerine kıyasla kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesi ve kanal dolgusu uzaklaştırılırken çözücü kullanımı etkisini saptamak amacıyla gerçekleştirildi.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, kök gelişimini tamamlamış iki köklü, iki mezyal ve bir distal kanala sahip 40 adet daimi alt büyük azı diş kullanıldı. Dişler kanal tedavisi uygulandıktan sonra 4 gruba ayrıldı (n=10), her grupta kanal dolgusunu uzaklaştırmak için aşağıdaki tekniklerden biri kullanıldı:

Grup 1. Hedström el eğeleri,

Grup 2. Hedström el eğeleri ve çözücü,

Grup 3. Hero 642 döner eğe sistemi,

Grup 4. Hero 642 döner eğe sistemi ve çözücü.

Çalışmamızın aşamaları Çizelge 4'de özetlendi.

Çizelge 4. Kullanılan gereçler ve deney aşamaları.

Deney Aşamaları	Kullanılan Gereç
Giriş kavitesi açılması	#12 elmas rond, #16 ve #18 elmas fissür, #18 çelik rond frezler
Kanal boyu tespiti	#08 ve #10 Hedström tipi kanal aleti
Köklerin eğrilik derecesi belirlenmesi	Adobe Photoshop 7.0 ve AutoCAD 2000 yazılımları
Kanalların <i>step back</i> tekniği ile genişletilmesi	#2 ve #3 Gates-Glidden frezleri ve Hedström tipi kanal aletleri
<i>Lateral kompaksiyon</i> tekniği ile obtürasyon	#25-40 Spreader, Güta-perka konlar ve Diaket kanal patı
Dişlerin akrilik rezine gömülmesi ve 12 ay bekletilmesi	Akrilik rezin, Etüvde 37°C' de %100 nemde
Köklerden kesit alınması	Isomet testere ve 0,5 mm kalınlığındaki döner bıçak kullanıldı
Kesitlerin fotoğraflanması	FinePix S7000 dijital kamera ile 1 cm uzaklıktan 19 kat büyütülerek (6 optik x 3,2 dijital büyütme)
Dişlerin muflalanması	4 cm x 4 cm x 2 cm boyutlarındaki plastik masa ayakları mufla olarak kullanıldı. Koyu kıvamlı silikon ölçü madesi kullanılarak dişler plastik muflalara gömüldü
Çözücü olarak "etil eter + kloroform" kullanıldı	Copalite
El eğeleri ile kanal dolgusunun uzaklaştırılması	H-tipi eğeler kullanıldı
Döner eğeler ile kanal dolgusunun uzaklaştırılması	Hero 642 sistemi kullanıldı
Kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra kesitlerin tekrar fotoğraflanması	FinePix S7000 dijital kamera ile 1 cm uzaklıktan 19 kat büyütülerek (6 optik x 3,2 dijital büyütme)
Geriye kalan kanal dolgusunun değerlendirilmesi	LUCIA yazılımı kullanıldı

3.1. Dişlerin Hazırlanması

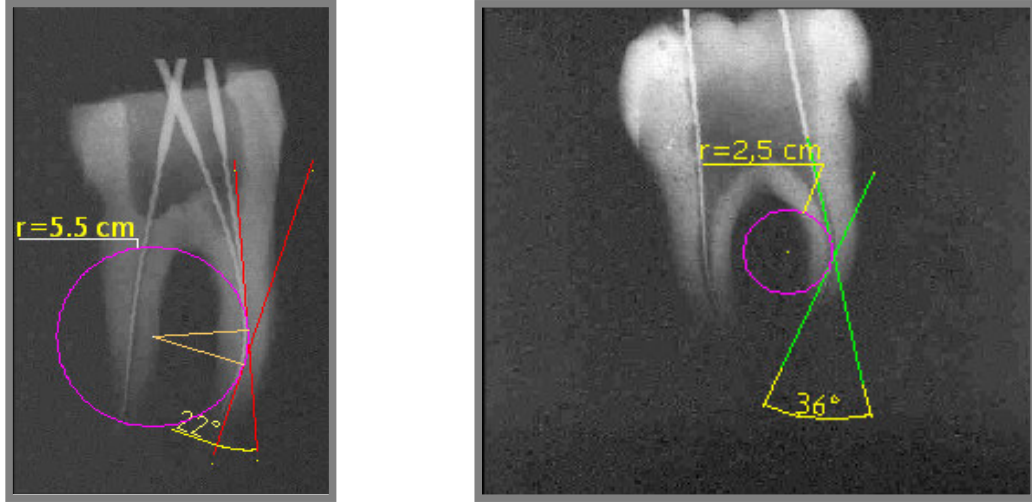
Kırk adet, ortodontik ve periodontolojik amaçla yeni çekilmiş, iki köklü, alt çeneye ait büyük azı diş kullanıldı. Alt üçüncü büyük azı dişler ve apeksi kapanmamış dişler çalışmaya dahil edilmedi. Dişlerin üzerindeki eklentiler ve yumuşak doku artıkları periodontal küretler yardımıyla temizlendi. Dişler kullanılabilecek +4°C'de %0,1'lik timol solüsyonunda bekletildi.

Dişlere önce #12 elmas rond, #16 ve #18 elmas fissür frezler (816-012, 847-018, 854-016 North Bel, Milano, İtalya), #18 çelik rond frez (S1-018-RA, NTI, Thubingen, Almanya) ile giriş kavitesi açıldı. Tüm dişlerin, çalışma boyları #08 ve #10 Hedström tipi kanal aleti (Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanılarak apikalden 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Kök kanallarına, apikale rahatça ilerleyen H-tipi eğeler yerleştirilerek her dişin periapikal radyografı (Gotzen, İtalya) çekildi. Otomatik olarak banyo edildikten sonra tarayıcı (HP Scanner, İngiltere) ile taranan röntgenler bilgisayara aktarıldı. Görüntüler üzerinde Adobe Photoshop 7.0 kullanılarak otomatik kontrast ayarı yapıldı, böylece netlik arttı. Bu görüntüler AutoCAD 2000 programına aktarıldı ve dişlerin kanal eğriliği Pruett ve arkadaşları (108) tarafından saptanan yöntemle ölçüldü.

Köklerin Eğrilik Derecesinin Belirlenmesi

Köklerin eğrilik derecesi belirlemede Pruett ve arkadaşları tarafından saptanan teknik kullanıldı (108). Radyografik görüntüler AutoCAD 2000 yazılım programı aktarıldı. Program üzerinde kanalın koroner bölümüne paralel bir çizgi çekildi, ikinci çizgi ise apikal üçlüye paraleldi. Koroner bölümde paralel çizgi üzerinde kanalın eğilmeye başladığı nokta, apikal bölümdeki paralel çizgideyse kanal eğriliğinin

bittiği nokta saptandı. Kanalın eğri kısmı, bu noktalardan çıkılan dikme çizgilerin kesiştiği noktayı merkez alan daire ile gösterildi. Eğrilik açısı, dairenin bu noktalar arasında kalan yayını gören merkez açı (α) olarak belirlendi. Dairenin yarıçapı ise kurvatürün yarıçapı (r) oldu. Kurvatür yarıçapı 4 cm' den büyük olan, kurvatür açısı 25° den küçük büyük azı dişler çalışmaya dahil edildi (Şekil 33).



Şekil 33. Soldaki büyük azı dişte olduğu gibi, mezyal kök eğriliği 25° den küçük ve eğrilik yarıçapı 4 cm den büyük olan dişler çalışmaya dahil edilirken; sağdaki diş, mezyal kök eğriliği 36° ve eğrilik yarıçapı 2,5 cm olduğundan çalışmaya alınmadı.

3.2. Dişlerin Step Back Tekniği ile Genişletilmesi

Tüm dişler kron kısmı dışarıda kalacak şekilde mine sement sınırına kadar akrilik rezine gömüldü. Akrilik rezin blok, dört yüzünden zımparalanarak apikale doğru daraltıldı. Tüm dişlerin kanal ağzlarına #2 ve #3 Gates-Glidden frezleri (Premier, Norristown, PA) ile frez başı büyüklüğünde, yaklaşık 2-3 mm girildi. Genişletmede Hedström el eğeleri kullanıldı. Dişlerde çalışma boyunca sıkışan aletten üç numara büyük kanal aletine kadar apikal genişletme yapıldı. Apikal

preparasyon tamamlandıktan sonra, ana apikal eğeden üç numara büyük eğeye dek 1'er mm koronere doğru *step back* preparasyonu yapılarak genişletme tamamlandı. Tüm dişlerde mezyaldeki kanallarda ana eğe 25 ya da 30, distal kanalda ise 40 ya 45 numaraydı.

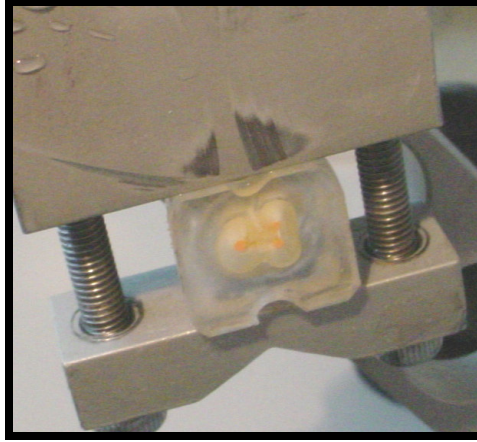
Kanal aletleri arasında %2,5'lik NaOCl ile 1 ml irigasyon yapıldı. Her iki dişte bir kanal aletleri yenisi ile değiştirildi. Daha sonra her kanal tekrar %2,5'lik NaOCl ile irige edildi ve kağıt konlar (DiaDent Group International Inc., Kore) ile kurulandı.

3.3. Soğuk Lateral Kompaksiyon Tekniği ile Kanalların Doldurulması

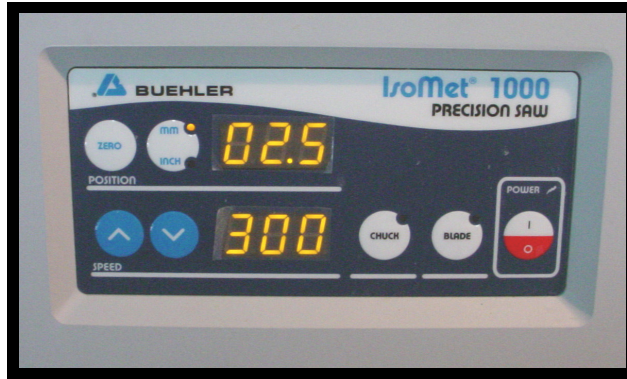
Kanalların apikal preparasyonunda kullanılan en son alete uyan güta-perkanın (ana kon) kök kanalında çalışma boyuna ulaştığı ve sıkıştığı kontrol edildikten sonra lateral kompaksiyon işlemine geçildi. Mezyal kanallarda #25 spreader (Thomas Endo, Fransa) lastik rondel ile çalışma boyundan 1 mm geride ayarlandı. Kök kanal patı olarak Diaket (3M,ESPE, Seefeld, Almanya) kullanıldı ve üretici firma önerisine uygun olarak karıştırıldı. Ana apikal kon kanal patına bulanarak çalışma boyunda kanala gönderildi. Lateral kompaksiyona #25 spreader ile başlandı, #25 ve #20 yardımcı güta-perka konlar (DiaDent Group International Inc., Kore) kullanıldı. Spreader kanalın 1/3 koroner bölümüne giremeyinceye kadar lateral kompaksiyona devam edildi. Distal kanallarda da 30 ve 35 numaralı spreaderlar ile aynı işlemler uygulandı. Güta-perka kızdırılmış bir ekskavatör ile kanal ağızlarından uzaklaştırıldı ve #40 fulvar (Thomas Endo, Fransa) ile kanallara vertikal kompaksiyon yapıldı. Tüm dişler Cavit-G (3M,ESPE, Seefeld, Almanya) kullanılarak restore edildi. Tüm örnekler 37°C ve %100 nemli ortamda 12 ay süresince bekletildi.

3.4. Örneklerden Kesit Alınması

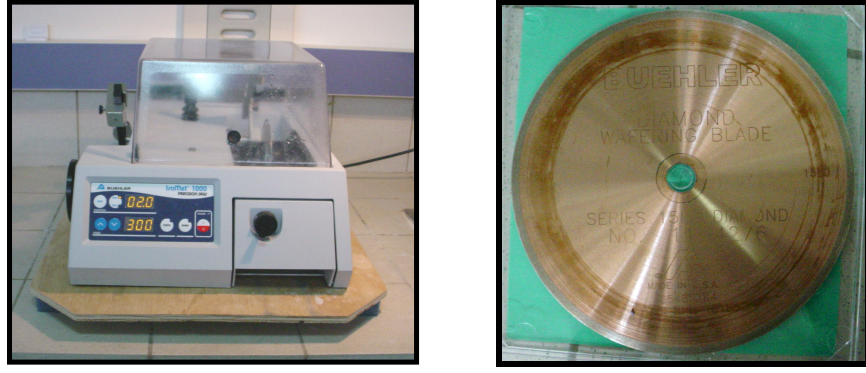
Her örnek, akril bloğun koronerinden olacak şekilde Isomet testere mengesine sıkıştırıldı ve mengine Isomet testereye (Isomet 1000 Precision Saw, Buehler, ABD) bağlandı (Şekil 34).



Şekil 34. Isomet testere mengesine koroner akril bloktan destek alınarak bağlanmış ve kesilmiş örnek.



Şekil 35. Isomet testere paneli.



Şekil 36. Solda çalışmada kullanılan Isomet testere, sağda ise Isomet testereye bağlanarak kullanılan 0,5mm kalınlığındaki kesit alma bıçağı görülmektedir.

0,5 mm kalınlığındaki döner bıçak (Diamond Wafering Blade 11-4276, Buehler, ABD) için testere 2,5 mm ye kalibre edildi (Şekil 35). 300 devir/dakika hızla ve 450 grama ayarlanmış dengeleyici yük kullanılarak su soğutması altında, horizontal yönde, her örnekten apikal, koroner ve orta üçlüden olmak üzere üç adet kesit alındı (Şekil 36). Kesit kalınlıkları yaklaşık 2 mm olarak ölçüldü.

Apikal kesitler sadece koronerden, orta ve koroner üçlüye ait kesitler hem koroner hem de apikal yüzden fotoğraflandı ve numaralandı.

3.5. Alınan Kesitlerin Fotoğraflanması

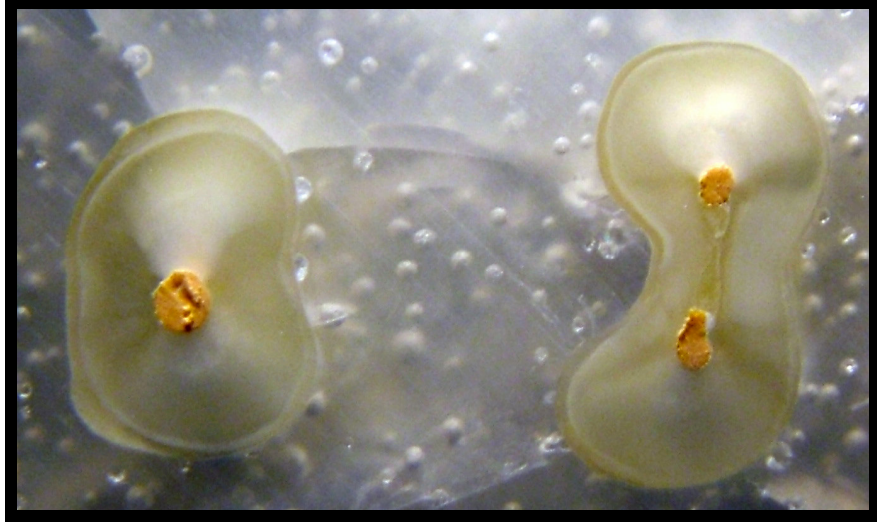
Her kesit siyah zemin üzerine bukkal kısmı yukarı bakacak şekilde dik olarak yapıştırıldı, FinePix S7000 dijital kamera (Fujifilm, Fuji Photo Film Co., Ltd., Tokyo, Japonya) kullanılarak fotoğraflandı. Kameranın objektifi kesit yüzeyine 1 cm uzaklığa sabitlendi, makine süper makro fonksiyonuna ayarlandı ve 6 megapiksel çözünürlükte gün ışığında çekim yapıldı. Gerekli görüldüğünde, taşınabilir ve ayarlanabilir bir stereomikroskop lambası ek ışık kaynağı olarak kullanıldı. Her

kesitin fotoğrafı 19 kat büyütüldü (6 optik x 3,2 dijital büyütme) ve görüntüler bilgisayara aktarıldı.

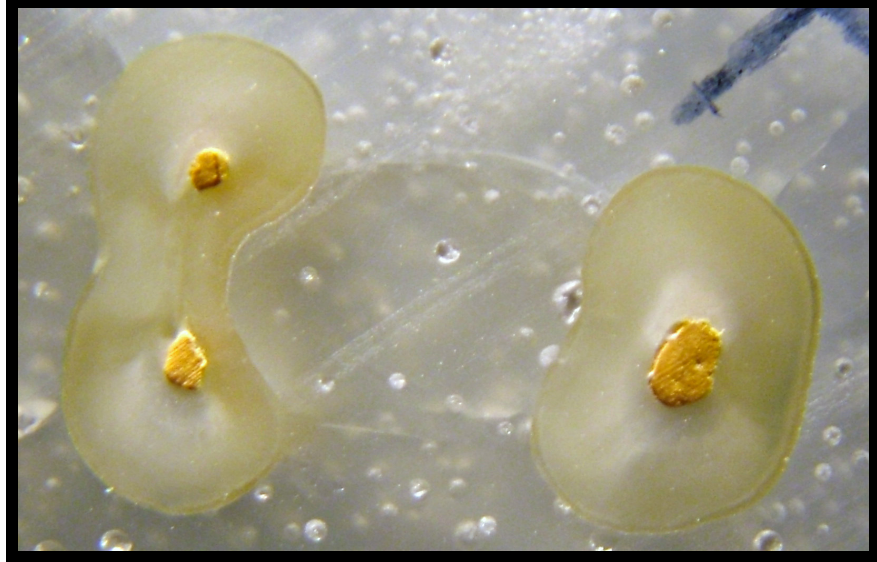
Her örnekten apikal kesitin koroner yüzü, orta ve koroner üçlüye ait kesitin koroner ve apikal yüzü olmak üzere 5 adet fotoğraf alındı (Şekil 37. a, b, c, d, e). Gütaperkanın uzaklaştırılması işlemi öncesinde 40 örnekten toplam 200 fotoğraf çekilmiş oldu. Fotoğraflar bilgisayara aktarıldı ve her üç seviyedeki kanal dolgusu kalitesi görsel olarak değerlendirildi. Kanalin her üçlüde gütaperka ve pat ile tamamen doldurulduğu gözlemlendi. Kesitler dikkatle, çok kuvvetli olmayan bir yapıştırıcıyla (404 Kimya San. ve Tic. A.Ş., İstanbul) tekrar üst üste yapıştırıldı ve mufla aşamasına geçildi. Kesit alma öncesinde dişlerin muflaya alınmamasının nedeni, her kesit alma sonunda dişte vertikal yönde bir boy kaybı ortaya çıkması ve bu madde kaybının mufla içinde dikey yönde bir boşluk yaratarak kesitlerin hareketine neden olmasıydı.



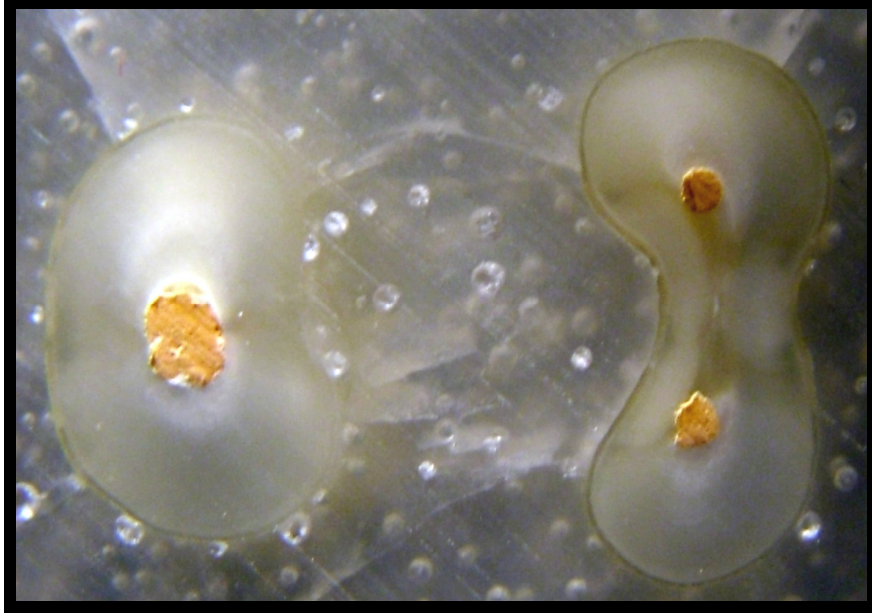
Şekil 37. a. Apikal üçlü



b. Orta üçlünün apikal yönden görünümü



c. Orta üçlünün koroner yönden görünümü



d. Koroner üçlünün apikal yönden görünümü



e. Koroner üçlünün koroner yönden görünümü

3.6. Örneklerin Muflaya Alınması

Dişlerden kesit almadan önce, her dişin gömülü olduğu akrilik bloğun bukkal ve lingual orta hattından geçen 3-4 mm derinliğinde dikey oluklar açıldı.

40 adet, 4 cm x 4 cm x 2 cm boyutlarındaki plastik masa ayağı alındı ve içine geçebilen plastik yarılar hazırlandı. Böylece sıkı sıkıya kapanan plastik kutular elde edildi (Şekil 38).



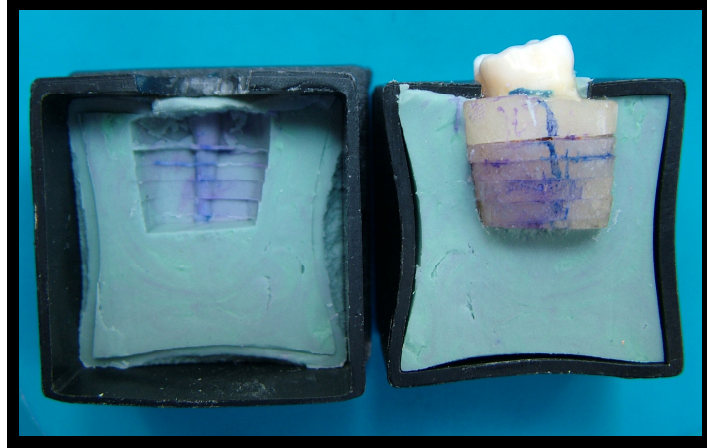
Şekil 38. Plastik muflayı oluşturan parçalar.

Akril bloklara gömülü diş kronlarının plastik kutu dışında kalması için bistüri yardımıyla 80 masa ayağı parçasına karşılıklı oyuklar açıldı. Her parça diğer yarısı ile birleştirilerek olukların karşılıklı tam uyumu kontrol edildi. Böylece, 40 adet standart mufla hazırlandı (Şekil 39).



Şekil 39. Plastik mufla kapanışta.

Her örnek koyu kıvamlı silikon ölçü madesi (Zetaplus, Zhermack, Badia Palestine, İtalya) kullanılarak kendi muflasının dar yarısına, kron kısmı dışarıda, bukkal yüz yukarda ve yere paralel şekilde, yatay olarak gömüldü. Silikon sertleştikten sonra geniş olan yarıya da silikon doldurularak mufla dikkatlice kapatıldı. Silikon ölçü maddesi sertleşince mufla parçaları ayrıldı ve silikon dikkatle kesilerek ikiye ayrıldı (Şekil 40). Böylece, silikon ve plastik destekli muflalar elde edildi. Her mufla numaralandı (Şekil 41).



Şekil 40. Her diş, silikon ölçü maddesi ile kendi muflasına yerleştirildi.



Şekil 41. Her mufla tekrar kapatılıp kanal dolgusu uzaklaştırıldı.

3.7. Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılması

Dişlerin gömülü olduğu 40 mufla rastgele 4 gruba ayrıldı (n=10). Her grupta güta-perkayı uzaklaştırmak için aşağıdaki tekniklerden biri kullanıldı.

Grup 1. Hedström el eğeleri,

Grup 2. Hedström el eğeleri ve çözücü,

Grup 3. Hero 642 döner ege sistemi,

Grup 4. Hero 642 döner ege sistemi ve çözücü.

Dişlerin okluzal kavitelerini kapatmakta kullandığımız Cavit-G, aeratöre bağlı frezler ve ekskavatör yardımıyla uzaklaştırıldı.

3.7.1. Hedström el eğeleri ile kanal dolgusunun uzaklaştırılması

Bu grupta ısıtılmış düz sond ile kanal ağzından girilerek güta-perka yumuşatıldı. Düz sond en fazla orta üçlüye dek ilerletilebildi. Bu işlem eğin koroner bölgeye kolayca penetre olmasını sağladı. Hedström eğeler ile apikal baskı uygulanarak, saat yönünde çeyrek dönüşlü reaming hareketi yapılarak güta-perka uzaklaştırıldı. Öncelikle #35 H-tipi ege ile kanala girildi, orta üçlü ve apikale

gidildikçe sırasıyla #30 ve #25 eğeler kullanıldı. Kanal dolgusu artıklarının kanaldan uzaklaşması için eğeleme işlemleri arasında distile su ile irigasyon yapıldı. #25 eğe çalışma boyuna ulaştığında, kanal 40 numaralı H-tipi eğeye dek çalışma boyunda antikurvatur eğeleme tekniği ile genişletildi ve *step back* fazında çalışma boyundan 1 mm geriye doğru #45, #50 ve #55 H-tipi eğeler sırasıyla kullanıldı. Her eğe arasında ve daha sık olacak şekilde distile su ile irigasyon yapıldı. İrigasyonda hala güta-perka artıkları geldiği görüldüğünde ise 40 ve 45 numaralı eğeler ile çevresel eğeleme yapıldı. Distal kanallarda ise 50 numaralı eğeye dek kanal çalışma boyunda güta-perka artıkları gelmeyene dek genişletildi; #55, #60 ve #70 ile *step back* bitirildi. Her kanal son olarak 5 cc distile su ile irige edildi. Her eğe bir dişte (3 kanalda) kullanıldıktan sonra tekrar kullanılmadı.

3.7.2. Hedström el eğeleri ve etil eter-kloroform çözücü ile kanal dolgusunun uzaklaştırılması

Cavit-G uzaklaştırıldıktan sonra kanal ağızlarından içeri #4 Gates-Glidden frezler ile frezin başı derinliğinde girildi. Böylece çözücü için gerekli rezervuar sağlandı. Dental enjektöre çekilen 0,5 cc'lik etil eter ve kloroform karışımı çözücü (Copalite, Cooley&Cooley, Houston, ABD) kanal ağzından verilip birkaç saniye beklenerek güta-perkanın yumuşaması sağlandı (Şekil 42).



Şekil 42. Copal rezin bir kavite verniği olan Copalite'in fotoğrafta görülen çözücüsü içerisinde etil eter ve etil eterin sekizde biri kadar kloroform bulunur.

Birinci gruptaki aynı yöntemle #35 ile kanalda ilerlemeye başlandı ve #25 eğe çalışma boyuna ulaştırıldı. #25 çalışma boyuna ulaşana dek güta-perkayı yumuşatmada çözücü kullanıldı. Çalışma boyuna ulaşıldıktan sonra bir daha çözücü kullanılmadı. İrigasyon sırasında distile su kullanıldı. Genişletme birinci gruptaki yöntemle bitirildi. Kanal son olarak 5 cc distile su ile irige edildi. Her eğe bir dişte (3 kanalda) kullanıldıktan sonra tekrar kullanılmadı.

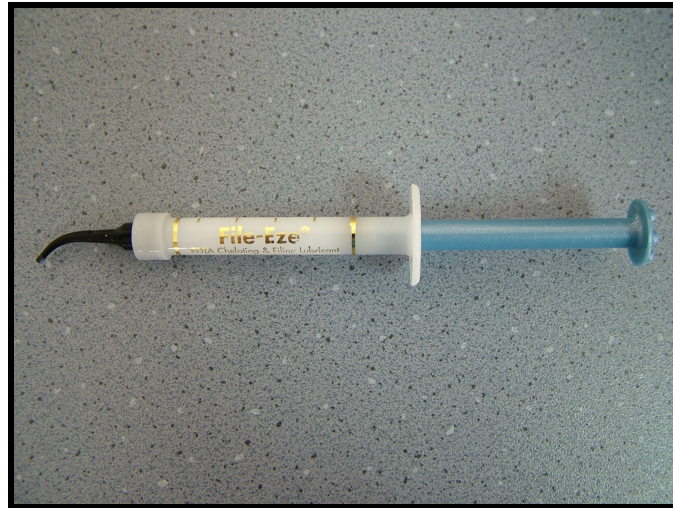
3.7.3. Hero 642 döner eğe sistemi kullanılarak kanal dolgusunun uzaklaştırılması

Hero 642 sistemi, 1/50 redüksiyonlu başlık (Ax's Endo 1/50, MicroMega, Besançon, Fransa) (Şekil 43) havalı sisteme bağlı mikromotora takılarak (20000/50) 400 devir/dakika'da kullanıldı.



Şekil 43. Yeşil kuşak, 1/50 redüksiyonlu başlık.

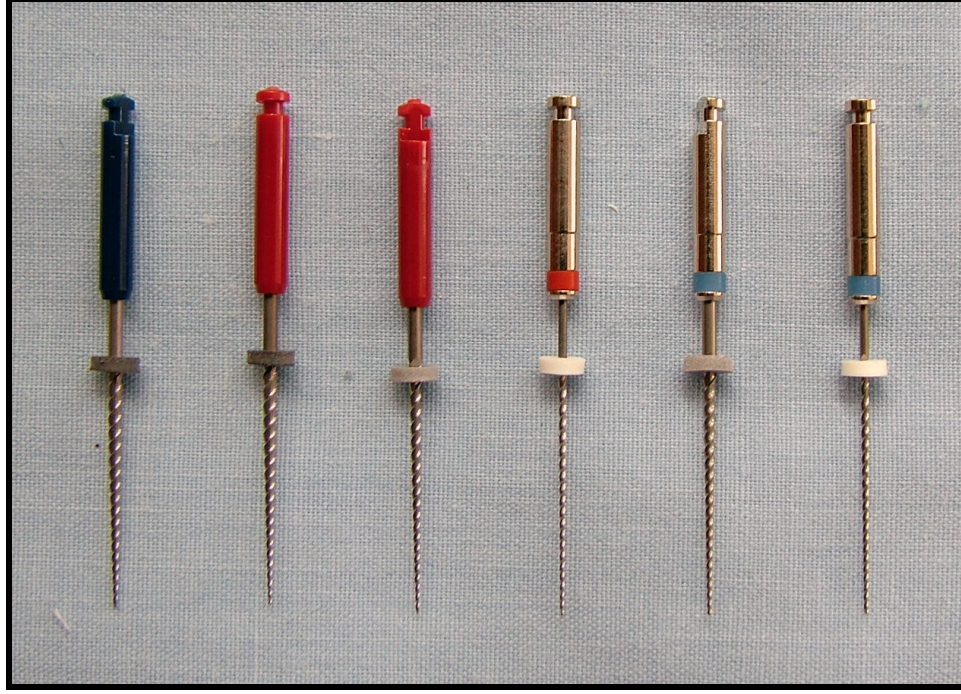
Döner eğeler sürekli olarak lubrikant (File-Eze, Ultradent, ABD) ile kullanıldı (Şekil 44).



Şekli 44. EDTA içeren kayganlaştırıcı jel.

Kanal dolgusunu uzaklaştırmaya başlamadan önce kanal ağzılarından içeriye ısıtılmış bir düz sond ile girilerek gütaperka yumuşatıldı. İlk olarak 0,06 açılı #30 döner eğe ile gütaperka içine koroner üçlü seviyesinde girildi. İrigasyon yapıldı ve

sonra Hero 642 döner eğe sisteminin orta zorluktaki kanallarda kullanılan enstrüman sırasına uygun olarak apikale ilerlendi (Şekil 45).



Şekil 45. Mezyal kanallarda çalışma boyuna ulaşmak için kullanılan alet sırası.

Buna göre; 0,06 #25 ve 0,04 #25 orta üçlüdeki güta-perkayı uzaklaştırmada kullanıldı. 0,02 açılı #25 ile çalışma boyuna ulaşıldı. Çalışma boyuna ulaşılan dek her eğe arasında yapılan irigasyon ve kurutma işleminden sonra ısıtılmış düz sond ile kanala girildi ve hemen ardından sıradaki eğe kullanıldı. 0,04 açılı #30 çalışma boyundan yaklaşık 2 mm geride, 0,02 #30 ise çalışma boyunda kullanıldı. Eğeler arasında sürekli olarak distile su ile irigasyon yapıldı. 0,06 açılı #30, 0,02 açılı #35, #40 ve #45 döner enstrümanlar çalışma boyuna gidilmeden kanal duvarlarında kullanılarak geriye kalan güta-perka artıkları çıkarılmaya çalışıldı. İrigasyonda güta-perka artıkları gelmeyene kadar duvarlar eğelendi ve son olarak 0,02 açılı #35 ve 40# döner eğeler çalışma boyunda kullanılarak enstrümantasyon tamamlandı. Distal

kanalda kolay kanallar için önerilen yöntemle uyularak yöntemi ile sırasıyla %6, 4 ve 2 açılı 30 numaralı eğeler kullanıldı. Distal kanalda mutlaka 0,02 açılı #35, #40 ve #45 döner enstrümanlar ile çalışma boyunca gidildi son irigasyon 5 cc distile su ile yapıldı. Her enstrüman bir dişte (3 kanalda) kullanıldıktan sonra tekrar kullanılmadı.

3.7.4. Hero 642 döner eğe sistemi ve etil eter-kloroform çözücü kullanılarak kanal dolgusunun uzaklaştırılması

Kanal ağızlarından içeri #4 Gates-Glidden frezler ile frezin başı derinliğinde girilerek çözücü için gerekli rezervuar sağlandı. Dental enjektöre çekilen 0,5 cc'lik çözücü kanal ağzına verilerek koronerdeki güta-perka yumuşatıldı. 0,06 açılı #30 döner eğe ile güta-perka içine koroner üçlü seviyesinde girildi. İrigasyon yapıldı, kanal kurulandı ve tekrar çözücü uygulandı. Hero 642 döner eğe sisteminin orta zorluktaki kanallarda kullanılan enstrüman sırasına uygun olarak apikale ilerlendi. 0,06 #25 ve 0,04 #25 orta üçlüdeki güta-perkayı uzaklaştırmada kullanıldı. 0,02 #25 ile çalışma boyunca ulaşıldı. 0,04 açılı #30 çalışma boyundan yaklaşık 2 mm geride, 0,02 #30 ise çalışma boyunda kullanıldı. Eğeler arasında sürekli olarak distile su ile irigasyon yapıldı. Çalışma boyunca ulaşılan dek eğeler arasında her irigasyon ve kurutma işlemi sonrasında 0,5 cc çözücü kullanıldı. 0,06 açılı #30, 0,02 açılı #35, #40 ve #45 döner enstrümanlar çalışma boyunca gidilmeden kanal duvarlarında kullanılarak geriye kalan güta-perka artıkları çıkarılmaya çalışıldı. İrigasyonda güta-perka artıkları gelmeye kadar duvarlar eğelendi ve son olarak 0,02 açılı #35 ve 40# döner eğeler çalışma boyunda kullanılarak enstrümantasyon tamamlandı. Çözücü aynı şekilde kullanılarak, distal kanalda kolay kanallar için önerilen yöntemle uyacak şekilde sırasıyla %6, 4 ve 2 açılı 30 numaralı eğeler kullanıldı. Distal kanalda

mutlaka 0,02 açılı #35, #40 ve #45 döner enstrümanlar ile çalışma boyuna gidildi son irigasyon 5 cc distile su ile yapıldı. Her enstrüman bir dişte (3 kanalda) kullanıldıktan sonra tekrar kullanılmadı.

3.8. Kanal Dolgusu Uzaklaştırıldıktan Sonra Kesitlerin Fotoğraflanması

Her kesit siyah zemin üzerine bukkal kısmı yukarı bakacak şekilde dik olarak yapılandırıldı, FinePix S7000 dijital kamera objektifi kesit yüzeyine 1 cm uzaklığa sabitlendi, makine süper makro fonksiyonuna ayarlandı ve 6 megapiksel çözünürlükte gün ışığında çekim yapıldı. Gerekli görüldüğünde taşınabilir ve ayarlanabilir bir stereomikroskop lambası ek ışık kaynağı olarak kullanıldı. Her kesitin fotoğrafı 19 kat büyütüldü (6 optik x 3,2 dijital büyütme) ve görüntüler bilgisayara aktarıldı.

Her örnekten apikal kesitin koroner yüzü, orta ve koroner üçlüye ait kesitlerin koroner ve apikal yüzü olmak üzere 5 adet fotoğraf alındı. Kanal dolgusunun uzaklaştırılması işlemi sonrasında 40 örnekten toplam 200 fotoğraf çekilmiş oldu. Fotoğraflar bilgisayara aktarıldı ve her üç seviyedeki geriye kalan kanal dolgusu miktarı kantitatif olarak değerlendirildi.

3.9. Geriye Kalan Kanal Dolgu Maddesi Miktarının Değerlendirilmesi

Fotoğrafların değerlendirilmesinde özel bir yazılım olan LUCIA (Version 4.21, Laboratory Imaging Ltd., Prag, Çekoslovakya) kullanıldı. Kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra çekilen fotoğraflarda, geriye kalan kanal dolgusunun sınırları (güta-perka ve kanal patı) ve toplam kanal boşluğu bir uygulayıcı tarafından

dikkatlice çizildi. İki araştırıcı bu sınırlar üzerinde bir anlaşmaya varana dek çizimler tekrarlandı. Geriye kalan kanal dolgusu ve tüm kanal alanı birim kare olarak ölçüldü, kanal dolgusu (güta-perka ve pat) alanı tüm kanal alanına oranlandı. Orta ve koroner üçlüye ait kesitlerde kesitin koroner ve apikal yüzleri için ayrı ayrı hesaplama yapıldı. Böylece her üçlüde her kanala ait geriye kalan kanal dolgusu yüzde olarak belirlendi.

Her dişte perforasyon olup olmadığı incelendi.

3.10.İstatistiksel Değerlendirme

Benzer değişkenlerin 4 grup arasında karşılaştırılması Kruskal-Wallis testi ve sonrasında Mann-Whitney U testi ile gerçekleştirildi. Kök üçlüleri, kök kanalları düzeyinde geriye kalan kanal dolgusunun karşılaştırılmasında, üç ve üçten fazla sayıda verinin kıyaslanması için Friedman testi kullanıldı. Friedman testi sonucu fark anlamlı bulunduğunda, ikili analizler Wilcoxon testi ile gerçekleştirildi. Kategorik verilerin analizinde, yani apikal üçlüde meydana gelen perforasyonun gruplar arasında karşılaştırılması için Ki-Kare testi kullanıldı. Tüm hipotez testleri $\alpha=0,05$ önem düzeyinde gerçekleştirildi, yani “ $p<0,05$ ” anlamlı olarak yorumlandı.

BÖLÜM 4.

BULGULAR

Mezyal kanalların apikal üçlüde birleşmiş olduğu dişlerde istatistiksel olarak karşılaştırmalar yapabilmek için mezyal kanal, birbirinden ayrı kanallar varmışçasına eşit olarak ikiye bölündü. Geriye kalan kanal dolgusu oranı ayrı iki kanala göre hesaplandı. Apikale ait kesitlerin sadece koroner yüzü değerlendirildi (Çizelge 5).

K1KMb = Kesit 1, koroner (üst) yüz, Mezyobukkal (Mb) kanal

K1KMI = Kesit 1, koroner (üst) yüz, Mezyolingual (MI) kanal

K1KD = Kesit 1, koroner (üst) yüz, Distal (D) kanal

K2KMb = Kesit 2, koroner (üst) yüz, Mezyobukkal (Mb) kanal

K2KMI = Kesit 2, koroner (üst) yüz, Mezyolingual (MI) kanal

K2KD = Kesit 2, koroner (üst) yüz, Distal (D) kanal

K2AMb = Kesit 2, apikal (alt) yüz, Mezyobukkal (Mb) kanal

K2AMI = Kesit 2, apikal (alt) yüz, Mezyolingual (MI) kanal

K2AD = Kesit 2, apikal (alt) yüz, Distal (D) kanal

K3KMb = Kesit 3, koroner (üst) yüz, Mezyobukkal (Mb) kanal

K3KMI = Kesit 3, koroner (üst) yüz, Mezyolingual (MI) kanal

K3KD = Kesit 3, koroner (üst) yüz, Distal (D) kanal

K3AMb = Kesit 3, apikal (alt) yüz, Mezyobukkal (Mb) kanal

K3AMI = Kesit 3, apikal (alt) yüz, Mezyolingual (MI) kanal

K3AD = Kesit 3, apikal (alt) yüz, Distal (D) kanal

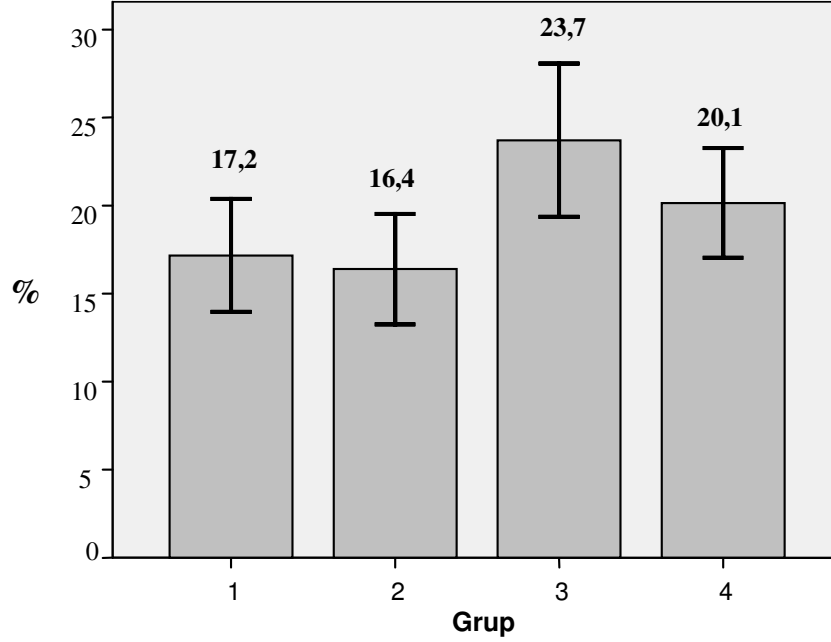
Çizelge 5. Apikal kesitin koroner yüzünde, diğer kesitlerin apikal ve koroner yüzünde, her kanalda geriye kalan kanal dolgusu oranı ortalamaları standart sapmaları ile görülmüyor.

Kesitler	GRUP1 Ortalama ± Std.Sapma	GRUP2 Ortalama ± Std.Sapma	GRUP3 Ortalama ± Std.Sapma	GRUP4 Ortalama ± Std.Sapma
K1KMb	48,19 ± 38,205	36,73 ± 34,196	42,04 ± 50,073	35,64 ± 24,346
K1KMI	16,10 ± 20,226	27,28 ± 32,110	36,47 ± 44,997	25,92 ± 9,373
K1KD	20,00 ± 23,364	14,26 ± 16,709	30,46 ± 34,628	30,55 ± 41,369
K2KMb	9,28 ± 12,034	13,48 ± 16,573	20,43 ± 18,854	23,81 ± 15,801
K2KMI	17,29 ± 17,911	13,29 ± 16,063	15,64 ± 20,422	22,62 ± 15,952
K2KD	13,53 ± 12,663	16,77 ± 13,853	25,71 ± 16,126	12,29 ± 12,472
K2AMb	21,47 ± 23,135	10,45 ± 15,133	37,74 ± 30,255	25,05 ± 13,923
K2AMI	11,10 ± 16,057	12,78 ± 19,413	25,36 ± 24,352	23,92 ± 22,982
K2AD	12,00 ± 18,049	12,91 ± 13,320	23,90 ± 20,040	19,81 ± 19,843
K3KMb	14,51 ± 11,743	16,42 ± 17,690	14,79 ± 25,426	11,22 ± 9,765
K3KMI	13,92 ± 14,534	16,38 ± 13,900	12,37 ± 12,295	9,84 ± 9,187
K3KD	14,81 ± 13,981	8,99 ± 13,153	17,84 ± 12,727	9,19 ± 9,646
K3AMb	14,94 ± 11,793	17,83 ± 19,978	13,65 ± 19,949	16,97 ± 12,708
K3AMI	14,73 ± 13,766	21,58 ± 14,601	12,61 ± 14,823	21,49 ± 19,287
K3AD	15,63 ± 14,602	6,60 ± 10,316	26,53 ± 18,428	17,60 ± 15,681

4.1.Geriye Kalan Kanal Dolgusu Miktarının Değerlendirilmesi

4.1.1 Her Grupta Geriye Kalan Toplam Kanal Dolgusunun Gruplar Arasında Karşılaştırılması

- “El eğeleri + çözücü” grubunda, “El eğeleri” grubuna kıyasla daha az kanal dolgusu kaldı, ancak istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0,639$).
- “El eğeleri” grubunda, “Hero 642” grubuna kıyasla daha az kanal dolgusu kaldı, ancak istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0,056$).
- “El eğeleri” grubunda, “Hero 642 + çözücü” grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha az kanal dolgusu kaldı ($p=0,041$),
- “El eğeleri + çözücü” grubunda, “Hero 642” grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha az kanal dolgusu kaldı ($p=0,018$),
- “El eğeleri + çözücü” grubunda, “Hero 642 + çözücü” grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha az kanal dolgusu kaldı ($p=0,016$).
- “Hero 642” ve “Hero 642 + çözücü” grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0,990$).

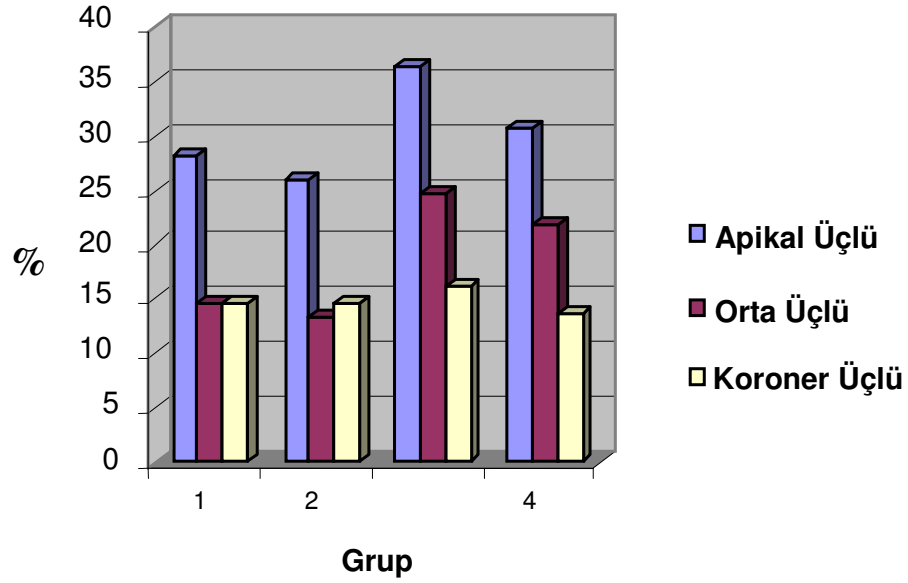


Şekil 46. Dört farklı yöntem ile kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra, gruplara ait geriye kalan kanal dolgu maddesi oranları görülmektedir. Grup 1. El Eğeleri, Grup 2. El Eğeleri + Çözücü, Grup 3. Hero 642, Grup 4. Hero 642 + Çözücü

Kanal dolgusu en fazla “El Eğeleri + Çözücü” grubunda uzaklaştırıldı, yani en az kanal dolgusu bu grupta kaldı. En fazla kanal dolgusu ise “Hero 642” grubunda kaldı. Hero 642 sisteminin kullanıldığı gruptaki dağılımın (Grup 3) diğer gruplara kıyasla daha dağınık olduğu görülmektedir (Şekil 46). Buna dayanarak, “El eğeleri” ve “Hero 642” grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p=0,056$), “El eğeleri” ve “Hero 642 + çözücü” arasında neden fark bulunduğu açıklanabilir ($p=0,041$).

4.1.2 Geriye Kalan Kanal Dolgusu Miktarının Üçlüler Düzeyinde Gruplar Arasında Karşılaştırılması

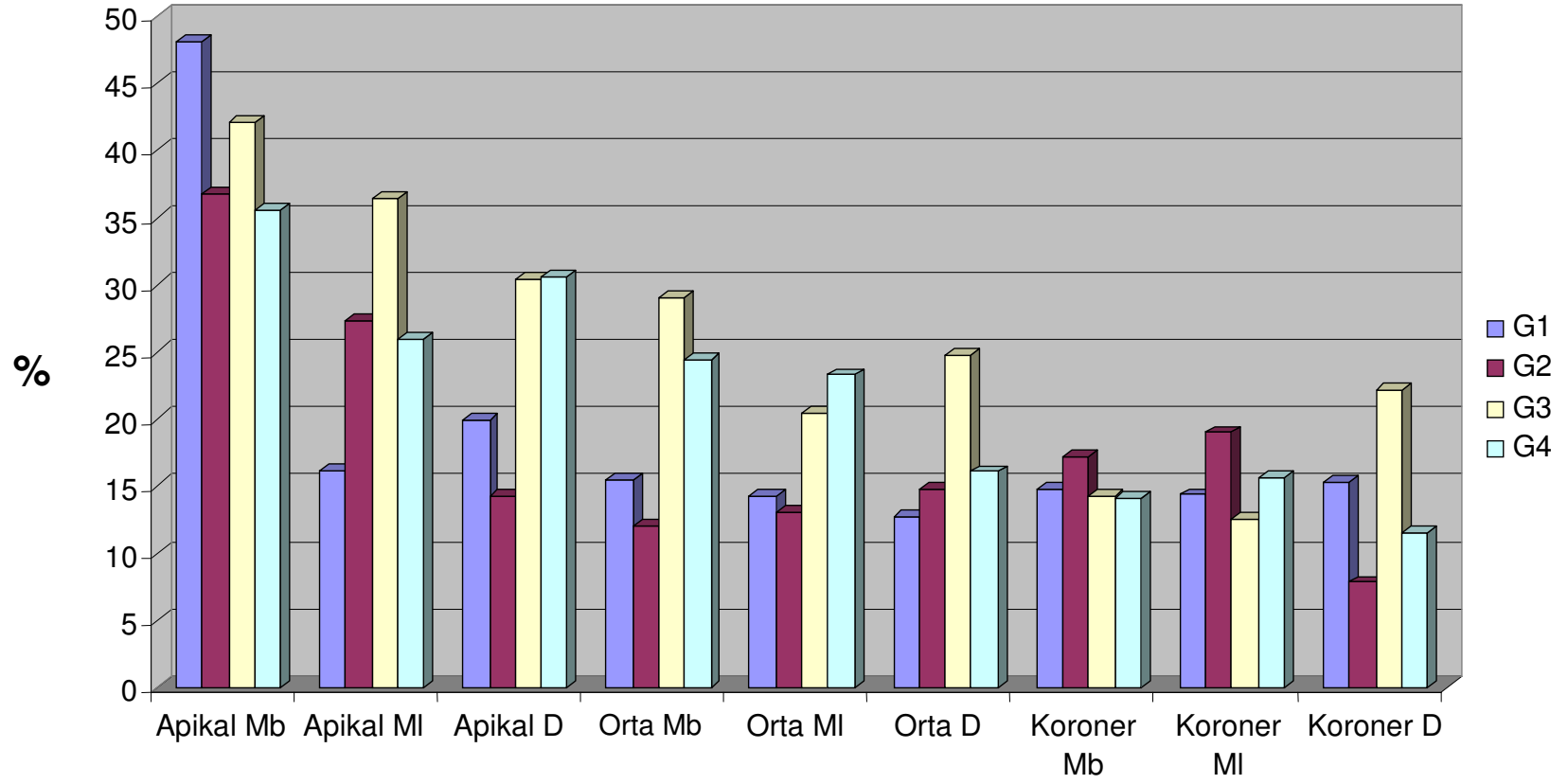
Apikal üçlüye ait kesitlerin koroner yüzündeki, orta ve koroner üçlüye ait kesitlerin alt ve üst yüzünde, her kanala ait değerlerin ortalaması alınarak, her bir üçlüye ait geriye kalan dolgu miktarı hesaplandı (Çizelge 6). Tüm gruplarda, her üçlüde ve her üçlüdeki her kanala ait geriye kalan kanal dolgusu istatistiksel olarak karşılaştırıldı (Şekil 47 ve Şekil 48).



Şekil 47. Her üçlüde geriye kalan kanal dolgusu oranı.

Çizelge 6. Her üçlüdeki her kanalda geriye kalan kanal dolgusu oranı ortalamaları.

Kesitler	GRUP1 Ortalama ± Std.Sapma	GRUP2 Ortalama ± Std.Sapma	GRUP3 Ortalama ± Std.Sapma	GRUP4 Ortalama ± Std.Sapma
ApikalMb	48,19 ± 38,204	36,73 ± 34,196	42,04 ± 50,073	35,63 ± 24,346
ApikalMI	16,10 ± 20,226	27,28 ± 32,110	36,47 ± 44,997	25,92 ± 9,373
ApikalD	20,00 ± 23,364	14,26 ± 16,709	30,46 ± 34,628	30,55 ± 41,369
OrtaMb	15,37 ± 12,034	11,97 ± 16,573	29,08 ± 18,854	24,43 ± 15,801
OrtaMI	14,19 ± 17,911	13,04 ± 16,063	20,50 ± 20,422	23,27 ± 15,952
OrtaD	12,77 ± 12,663	14,84 ± 13,853	24,81 ± 16,126	16,05 ± 12,472
KoronerMb	14,73 ± 11,793	17,12 ± 19,978	14,22 ± 19,949	14,09 ± 12,708
KoronerMI	14,32 ± 13,766	18,98 ± 14,601	12,49 ± 14,822	15,66 ± 19,287
KoronerD	15,22 ± 14,602	7,79 ± 10,316	22,19 ± 18,428	11,55 ± 15,681



Şekil 48. Her grupta apikal, orta ve koroner üçlüdeki geriye kalan kanal dolgusu oranı kanal bazında birbiriyle karşılaştırıldı.

Kruskal-Wallis testi sonucunda, gruplar arasında sadece “orta üçlü” düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. Bu durumda, Mann-Whitney analizi ile sadece orta üçlüye ait gruplar arasında ikili karşılaştırmalar yapıldı.

Orta üçlü düzeyinde geriye kalan kanal dolgu miktarı bakımından:

- Çözücü kullanıldığında daha az kanal dolgusu kaldı ancak, “El eğeleri” ve “El eğeleri + Çözücü” grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

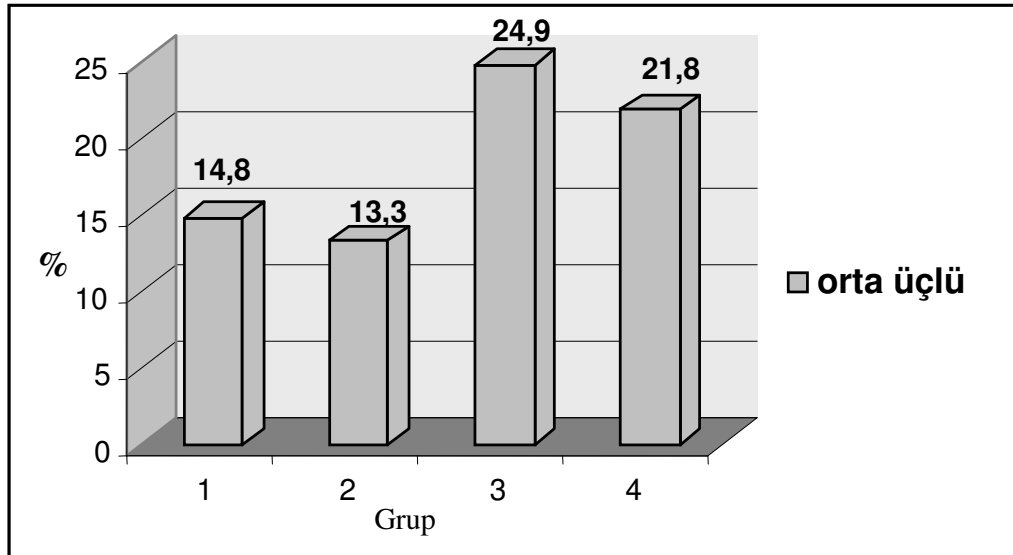
- Yine “Hero 642 + Çözücü” grubunda, “Hero 642” grubuna göre daha az kanal dolgusu kaldı ancak, “Hero 642” ve “Hero 642 + Çözücü” grupları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu.

- “El eğeleri” grubu, “Hero 642” grubuna göre ($p=0,028$),

- “El eğeleri” grubu, “Hero 642 + Çözücü” grubuna göre ($p=0,034$),

- “El eğeleri + Çözücü” grubu, “Hero 642” grubuna göre ($p=0,013$) ve yine

- “El eğeleri + Çözücü” grubu, “Hero 642 + Çözücü” grubuna göre ($p=0,034$) daha az kanal dolgusu bıraktı ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Şekil 49).



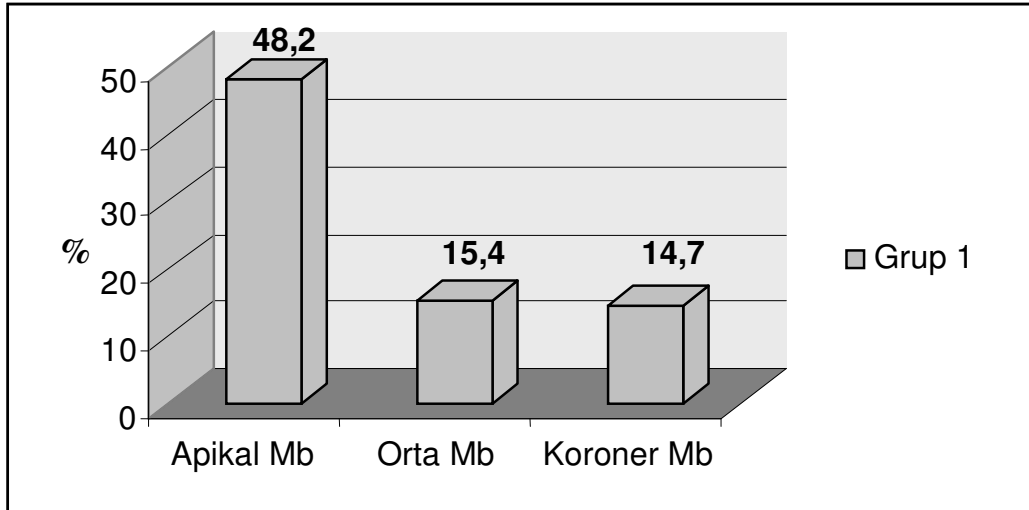
Şekil 49. Orta üçlüde geriye kalan kanal dolgusu oranları.

Friedman testi sonucunda mezyolingual kanallarda ve distal kanallarda fark bulunmadı. Ancak mezyobukkal kanallarda Grup 1'de ($p=0,049$), Grup 2'de ($p=0,032$) ve Grup 4'de ($p=0,014$) üçlüler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. Mezyobukkal kanal dolgusunu uzaklaştırmada sadece Grup 3'de (Hero 642 kullanıldığı grupta) fark yoktu.

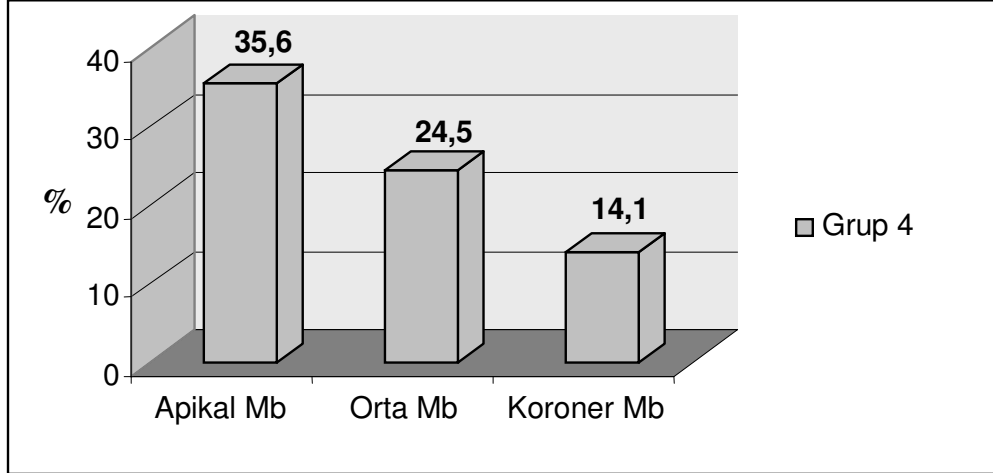
Mezyobukkal kanallar için ikili karşılaştırmalar Wilcoxon Signed Ranks testi ile yapıldı. Grup 2 ve Grup 3'de ikili kıyaslamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu.

- Sadece el eğeleri kullanılarak kanal dolgusunun uzaklaştırıldığı grupta, mezyobukkal kanallarda, apikal üçlüde koroner üçlüye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla kanal dolgusu kaldı ($p=0,022$) (Şekil 50),

- Hero 642 ve çözücü kullanıldığı grupta ise apikal ve koroner ($p=0,009$), orta üçlü ve koroner mezyobukkal kanallar arasında fark bulundu ($p=0,022$). Geriye kalan kanal dolgusu koroner üçlüde, orta ve apikal üçlüye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede azdı (Şekil 51).



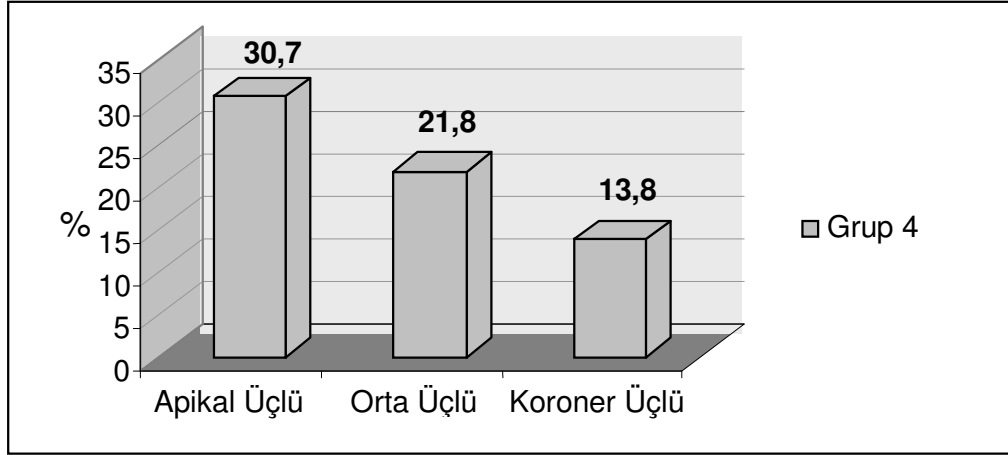
Şekil 50. El eğeleri ile kanal dolgusunun uzaklaştırıldığı grupta, mezyobukkal kanallarda kalan kanal dolgusu, apikal üçlüde koroner üçlüye göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazlaydı ($p=0,022$).



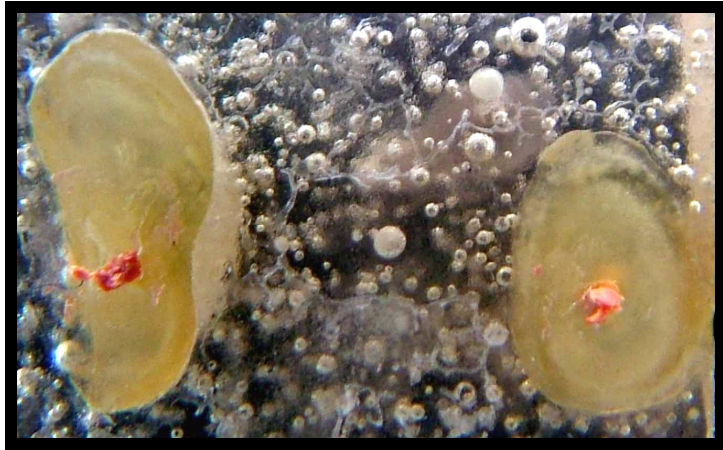
Şekil 51. Hero 642 ve çözücü kullanılan grupta apikal ve koroner ($p=0,009$), orta üçlü ve koroner ($p=0,022$) mezzyobukkal kanallar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu.

4.1.3. Her Grupta Geriye Kalan Kanal Dolgusu Miktarının Üçlüler Düzeyinde ve Üçlüler Arasında Karşılaştırılması

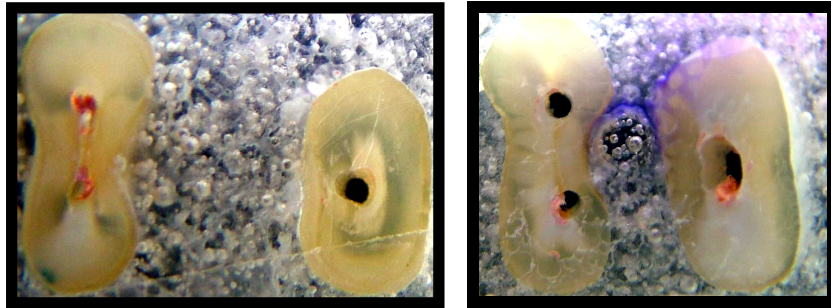
Üçlüler düzeyinde geriye kalan kanal dolgusu karşılaştırıldığında sadece Hero 642 ve çözücü kullanılan grupta (Grup 4) fark bulundu ($p=0,045$). Bu grupta ikili kıyaslamalarda apikal ve orta üçlü arasında fark bulunmazken apikal ve koroner üçlü ($p=0,009$), orta ve koroner üçlü arasında fark bulundu ($p=0,037$) (Şekil 52, 53a ve 53b).



Şekil 52. Apikal ve orta üçlüde, koroner üçlüye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla kanal dolgusu kaldı.



Şekil 53.a. “Hero 642 ve çözücü” grubunda apikal üçlü. Geriye kalan kanal dolgu miktarı, soldaki mezyal kökün lingual kanalında %69,46 ve distal kökte %100 olarak ölçüldü.

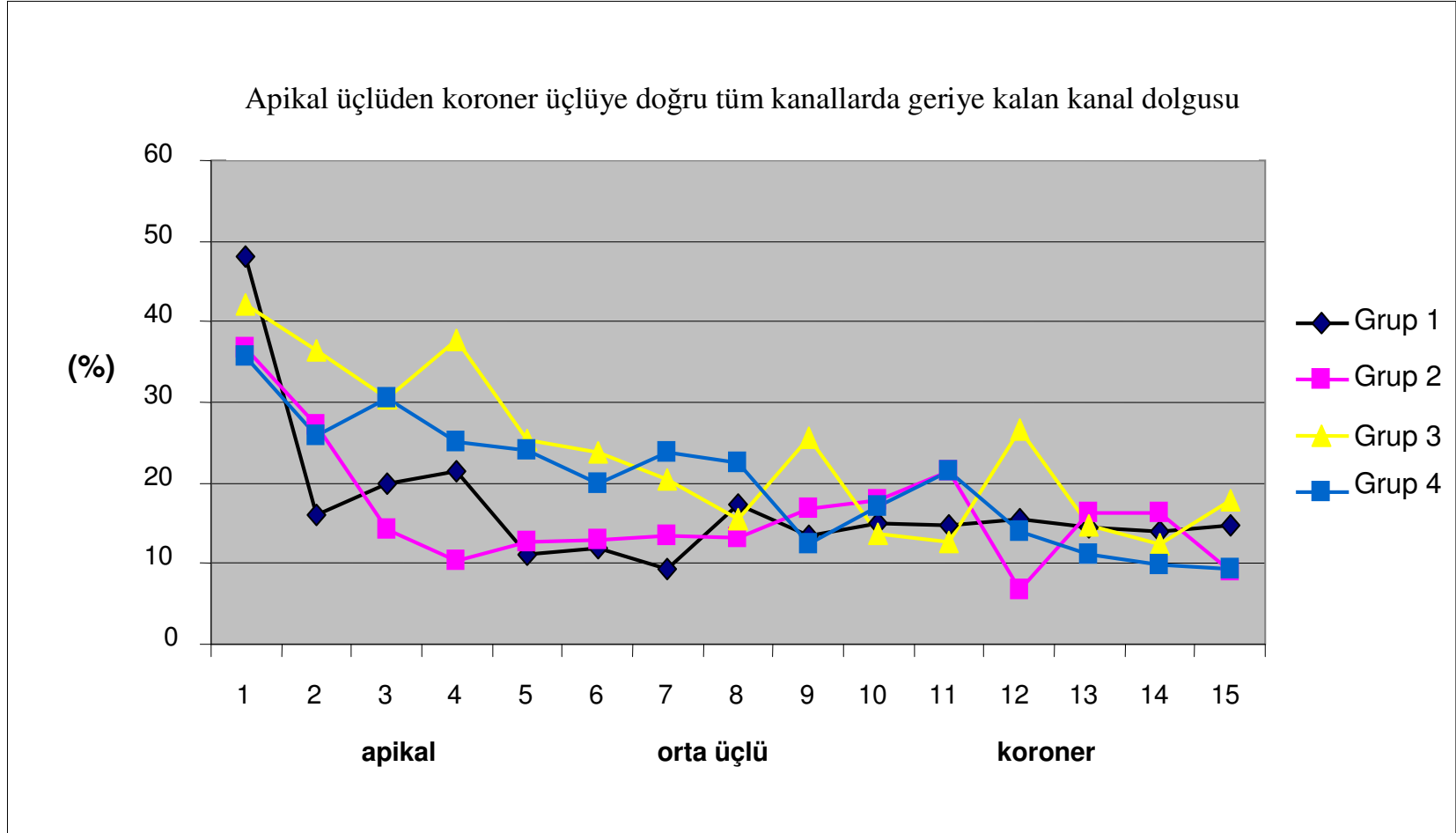


Şekil 53.b. Aynı örneğin orta ve koroner üçlüsü.

Gruplar arasında mezyobukkal, mezyolingual ve distal kanallar karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmadı.

4.1.4. Her Kanalın Koroner ve Apikal Yüzü Üzerinde Geriye Kalan Kanal Dolgusunun Karşılaştırılması

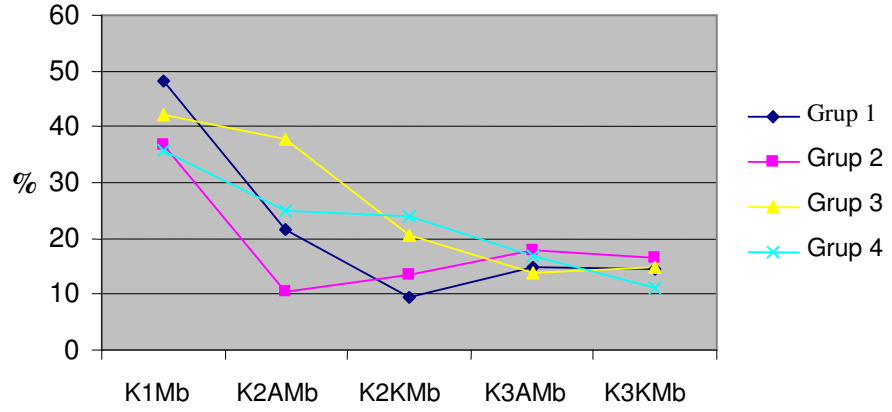
Tüm gruplarda, her kesitin her kanalında apikalden koronere doğru kalan dolgu miktarı Şekil 54’de gösterildi.



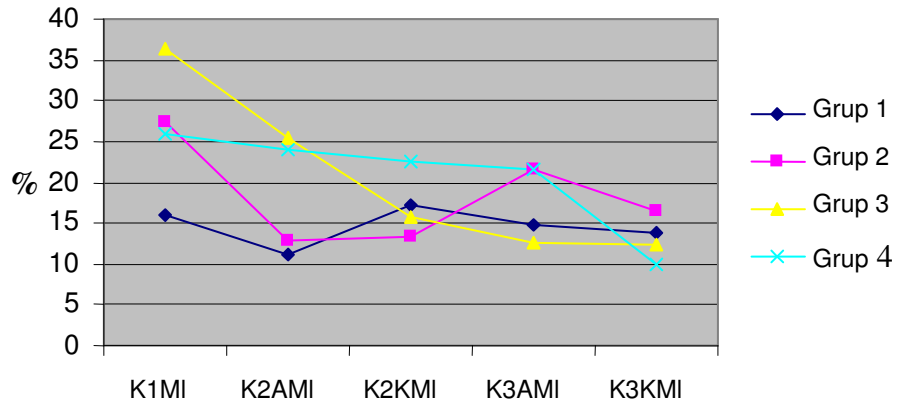
Şekil.54. Tüm gruplarda apikal üçlüde geriye kalan dolgu miktarı oranı koroner üçlüdekinden fazlaydı.

- 1.K1KMb = Kesit 1, koroner (üst) yüz, Mezyobukkal (Mb) kanal
- 2.K1KMI = Kesit 1, koroner (üst) yüz, Mezyolingual (MI) kanal
- 3.K1KD = Kesit 1, koroner (üst) yüz, Distal (D) kanal
- 4.K2AMb = Kesit 2, apikal (alt) yüz, Mezyobukkal (Mb) kanal
- 5.K2AMI = Kesit 2, apikal (alt) yüz, Mezyolingual (MI) kanal
- 6.K2AD = Kesit 2, apikal (alt) yüz, Distal (D) kanal
- 7.K2KMb = Kesit 2, koroner (üst) yüz, Mezyobukkal (Mb) kanal
- 8.K2KMI = Kesit 2, koroner (üst) yüz, Mezyolingual (MI) kanal
- 9.K2KD = Kesit 2, koroner (üst) yüz, Distal (D) kanal
10. K3AMb = Kesit 3, apikal (alt) yüz, Mezyobukkal (Mb) kanal
- 11.K3AMI = Kesit 3, apikal (alt) yüz, Mezyolingual (MI) kanal
- 12.K3AD = Kesit 3, apikal (alt) yüz, Distal (D) kanal
- 13.K3KMb = Kesit 3, koroner (üst) yüz, Mezyobukkal (Mb) kanal
- 14.K3KMI = Kesit 3, koroner (üst) yüz, Mezyolingual (MI) kanal
- 15.K3KD = Kesit 3, koroner (üst) yüz, Distal (D) kanal

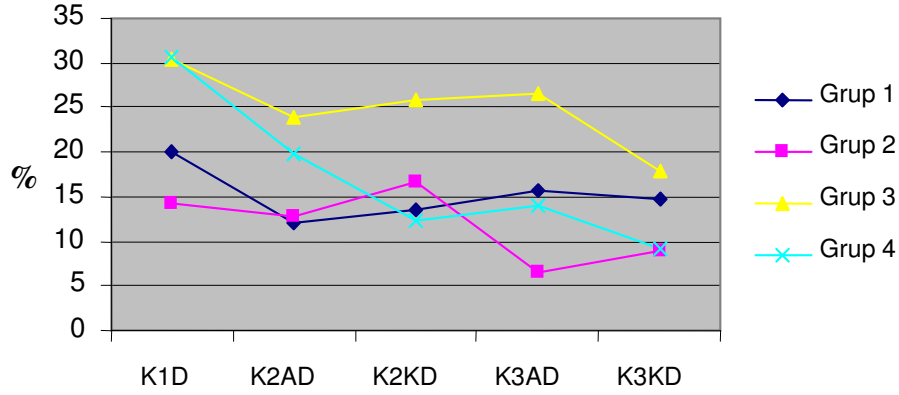
Her grupta, her kanalda en fazla apikal üçlüde kanal dolgusu kaldı (Şekil 55, 56 ve 57).



Şekil 55. Her grupta, mezyobukkal kanalda geriye kalan kanal dolgusu oranı, apikal üçlüde koroner üçlüden fazlaydı.



Şekil 56. Apikal üçlüden koroner üçlüye doğru, mezyolingual kanalda geriye kalan kanal dolgusu oranı değişimi.



Şekil 57. Apikal üçlüden koroner üçlüye doğru, distal kanalda geriye kalan kanal dolgusu oranı değişimi.

4.2. Kesit Alınması, Önceki Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılması ve Tekrar Eyleme Sırasında Ortaya Çıkan Komplikasyonlar

Kesit alma sırasında oluşan problemler nedeniyle 5 diş çalışmadan çıkarıldı:

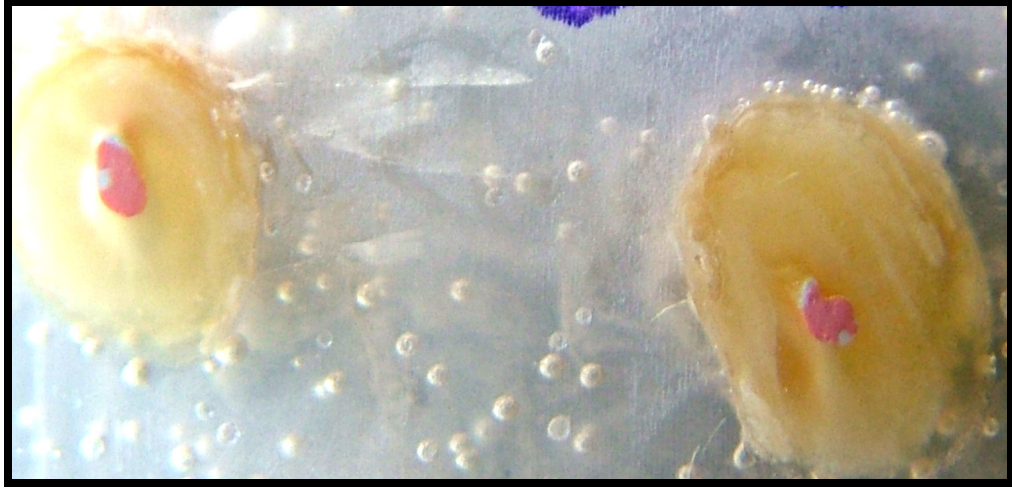
Dişlerden kesit alınması sırasında iki örneğin apikal kesitindeki apeks parçaları akrilik kesitten ayrıldı, bu örnekler çalışmadan çıkarıldı. Kron kısmından testere mengenesine bağlanmaya çalışılan üç örnek kırıldı ve yine çalışmadan çıkarıldı. Diğer örneklerde, akrilik blok koronerden mengeneyle bağlanarak bu sorun çözüldü.

4.2.1. Perforasyon

Bazı örneklerde kanal dolgusunun uzaklaştırılması ve tekrar eyleme sonunda apikal kesitlerde perforasyon oluşumu saptandı (Şekil 58a ve 58b). Gruplar arasında Ki-Kare testi uygulanarak karşılaştırma yapıldığında, perforasyon oluşumu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (Çizelge 7). Perforasyon meydana gelen dişler içinde, distal kökte sadece bir örnekte perforasyon saptandı, aynı örneğin mezyal kökünde de perforasyon oluştuğu görüldü (Şekil 59a ve 59b).

Çizelge 7. Her grupta hangi oranda perforasyon meydana geldiği görülüyor.

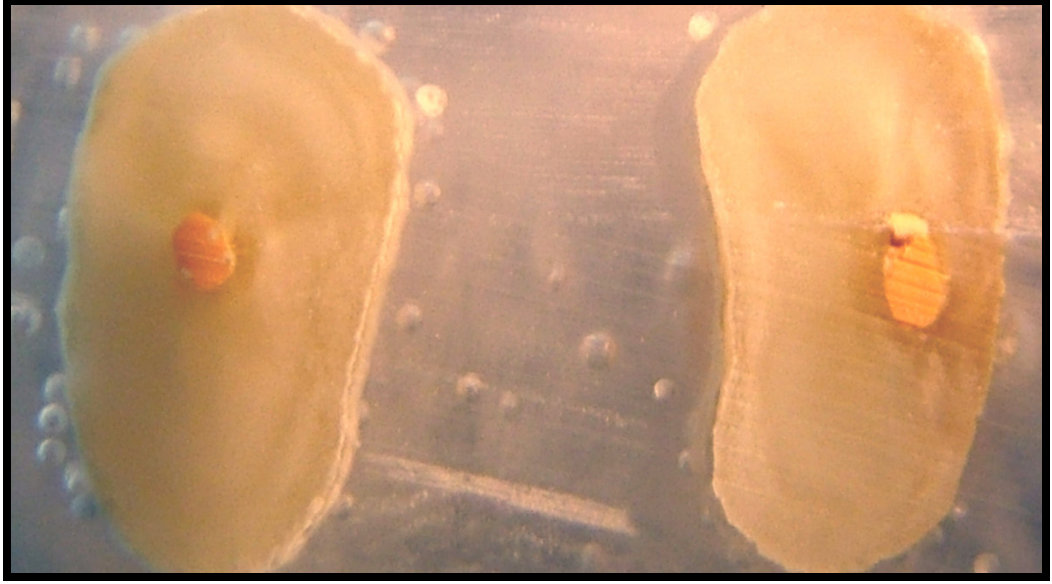
Perforasyon Gözlenen Diş Sayısı	Grup				Total (n=40)
	1 n=10	2 n=10	3 n=10	4 n=10	
Sayı	5	4	7	3	19
Perforasyon içindeki %	%26,3	%21,1	%36,8	%15,8	%100
Grup içindeki yüzdesi %	%50	%40	%70	%30	%47,5



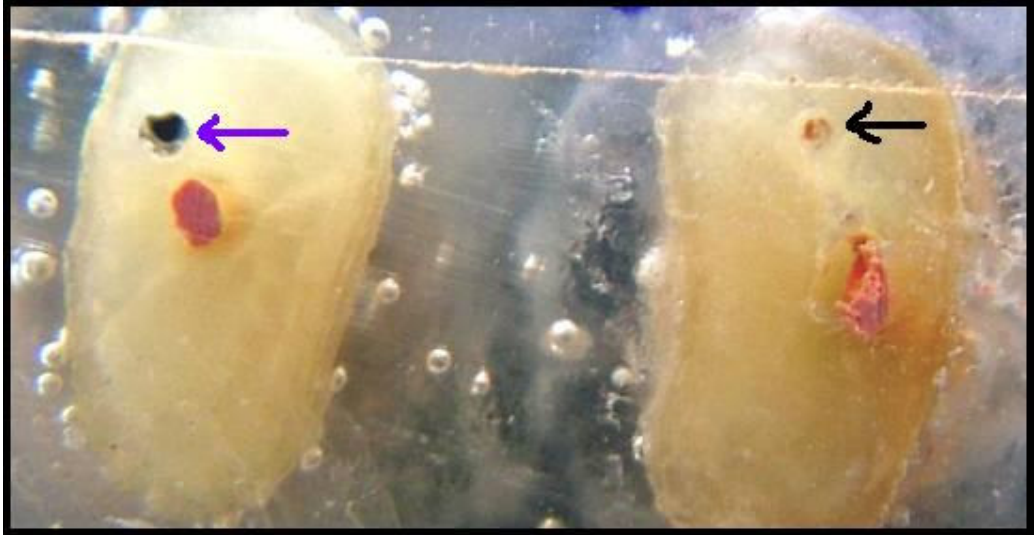
Şekil 58.a. Kanal dolgusunu uzaklaştırmadan önce apikal üçlü. "El eğeleri" grubundan bir örneğin apikal parçası.



Şekil 58.b. Mezyobukkal kanalın bukkalinden kök perforasyonu meydana geldi (ok). Mezyolingual kanalda ise apikale ulaşarak bir miktar kanal dolgusu uzaklaştırıldı.



Şekil 59.a. Kanal dolgusunu uzaklaştırmadan önce apikal üçlü. “Hero 642” grubundan bir örneğin apikal parçası.

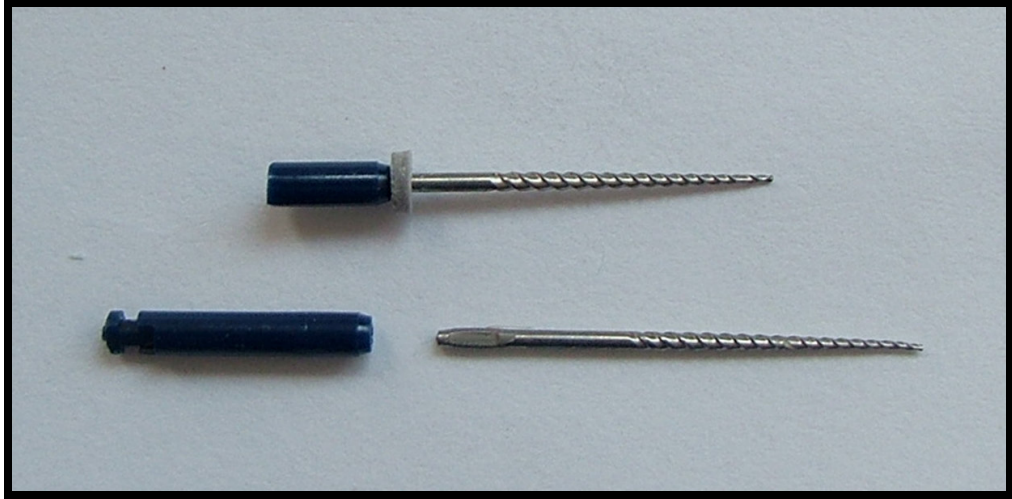


Şekil 59.b. Distal kanalın bukkali (mor ok) ve mezyobukkal kanalın bukkalinden (siyah ok) kök perforasyonu meydana geldi. Mezyolingual kanalda ise apikale ulaşarak bir miktar kanal dolgusu uzaklaştırıldı.

4.2.2. Alet Kırılması

Kanalların genişletilmesi aşamasında bir 15 numaralı Hedström eğe kırıldı. Bu örnek çalışmadan çıkarıldı. Bir dişte üç kanalda (üç kez) kullanılan Hero 642 döner eğelerinde deformasyon görüldü ancak hiç kırık oluşmadı. El eğeleri grubunda ise sadece bir dişte 25 numaralı el eğesi kırıldı ve bu örnek çalışma dışında bırakıldı.

Kanal dolgu maddesinin uzaklaştırılması sırasında spirallerinin arası açılan ve deforme olan enstrümanlar tekrar kullanılmadı. Plastik saplı Hero 0,06 açılı #30 enstrümanından biri sap kısmından ayrılarak koptu, diğerinin sap kısmı kırıldı (Şekil 60).



Şekil 60. Kanal dolgusu uzaklaştırılırken döner aletlerde düzleşme oldu, ancak kırık oluşmadı.

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA

Bu çalışmada iki köklü alt büyük azı dişler *step-back* yöntemi ile genişletildi, soğuk lateral kompaksiyon tekniği kullanılarak güta-perka ve Diaket ile dolduruldu. Oniki ay beklendikten sonra kanal dolgusu çözücü kullanılarak ya da kullanılmadan el eğeleri ya da Hero 642 döner ege sistemi ile uzaklaştırıldı ve kanallar tekrar genişletildi. Kanal duvarlarının temizliği mikroskopik olarak değerlendirildi.

Kök kanal tedavisinin yenilenmesi ile ilgili yapılan in vitro çalışmalarda, dişler kanal dolgusu yapıldıktan sonra değişen sürelerde bekletilmiştir:

- Kanal dolgusu yapıldıktan sonra beklenmemiş (40),
- Özellikle kanal dolgu patının sertleşmesi için literatürde 24 saat (13), 7 gün (166, 63), 2 hafta (62, 38, 39, 160), 30 gün (36, 70) beklenmiş,
- Yine laboratuvar çalışmalarında, klinik koşulların daha iyi taklit edilmesi için primer tedaviden sonra 2 ay (163), 3 ay (161, 158), 8 ay (86), 12 ay (19, 14) ve 14 ay (159) gibi farklı sürelerde beklenmiştir.

Bir çalışmada, kanal patının sertleşmesi yeterince beklenmeden kök kanal dolgusu uzaklaştırıldığı için yanlış sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (158). Kök kanal tedavisinin yenilenmesinin klinik şartlarda çoğunlukla bir yıldan önce yapılmadığı ve in vitro çalışmalardan gerçeğe daha yakın sonuçlar alabilmek için 12 ay civarında bir bekleme süresinin gerekli olduğu ileri sürülmüştür (159). Güta-perkanın raf ömrü 5-18 °C arasında saklandığında 4-5 yıldır ve bilindiği gibi bu süre geçtikten sonra kırılgan hale gelmektedir. Aynı şekilde, kanalın içinde de zaman

geçtikçe daha sert ve kırılğan bir hal alır. Böyle bir güta-perkanın uzaklaştırılması daha güç olmaktadır (159).

Bu çalışmada sertleşme süresi 72 saat (50) olan Diaket kök kanal patı kullanılmıştır ve klinik çalışmalardaki süre dikkate alınarak kanal tedavisi bir yıl sonra yenilenmiştir. (19, 14, 159)

Kök kanal tedavisinin yenilenmesi birçok durumda tercih edilen bir tedavi şeklidir (41). Eğer kanal tedavisinin yenilenmesi mümkün değilse dişin durumuna göre apikal rezeksiyon, kök amputasyonu ya da çekim gibi cerrahi yöntemlere başvurulur. Çoğu olguda kök kanal sistemine ortograt olarak girilerek kanal tedavisini yenilemek mümkün olmaktadır (14). Ancak, çeşitli alet ve yöntemler ile yapılan genişletme, dezenfeksiyon ve doldurma işlemlerinden sonra bile kök kanal sisteminde temizlenmeden kalan bölgeler bulunabilmektedir (53, 152, 153). Bu bölgelerde bakteriler ve nekrotik doku artıkları kalabilir ve dezenfeksiyondan etkilenmeyebilir. Aynı şekilde, kanal tedavisi yenilenirken mikroorganizmalara barınak teşkil eden enfekte kanal dolgusunun tamamıyla uzaklaştırılması gerekmektedir (137, 41). Amerikan Endodonti Birliği de kök kanal tedavisi yenilenmesini, önceki kök kanal dolgu malzemesinin tamamen uzaklaştırılması, kök kanallarının tekrar şekillendirilmesi ve doldurulması olarak tanımlamaktadır. Ancak yapılan çalışmalar, önceki kanal dolgusunun hiçbir zaman tamamıyla uzaklaştırılmadığını göstermektedir (160, 60, 62, 120, 19, 10, 86). Tedavinin başarılı olması için, kök kanal sisteminin kemomekanik olarak tekrar genişletilmesi ve dezenfekte edilmesi şarttır (11). Ancak, kanal dolgusunun tamamıyla ve komplikasyonsuz olarak uzaklaştırılması çok zordur. Bu amaçla, yeni üretilen ve güvenli olduğu düşünülen enstrümanlar denenmektedir.

Güta-perka, çeşitli kanal dolgu patları ile en yaygın olarak kullanılan kanal dolgu malzemesidir (14, 120, 60). Buna paralel olarak kök kanal sisteminden en sıklıkla uzaklaştırılan kanal dolgu maddesi güta-perkadır (40). Ana kanal dolgu malzemesi olması, öncelikle güta-perkayı uzaklaştırmaya yönelik işlemleri gerektirir. Güta-perkayı uzaklaştırmak için el eğeleri, döner eğeler, ısı ileten aletler, ultrasonik cihazlar, lazerler kullanılmıştır (160, 42, 144). Bu aletlerin çalışmasını kolaylaştırmak için çeşitli çözücüler kullanılmaktadır, bunlar arasında en çok tercih edilen madde kloroformdur (141).

Büyük azı dişlerin diğer dişlere göre çok daha karmaşık bir kök kanal sistemine sahip olması ve arktaki pozisyonları kanal tedavisinin yenilenmesi işlemlerini daha da zorlaştırmaktadır. Buna ek olarak, çoğunlukla alt büyük azı dişlerin mezyal kanallarının sahip olduğu eğrilik apikale ulaşılmasını ve tekrar genişletmeyi zorlaştırır. Bu çalışmada, mezyal kanalların eğriliği 25 dereceden küçük, distal kanalı mümkün olduğunca düz olan dişler seçilmiştir. Kök gelişimini tamamlamış, iki köklü ve üç kanallı alt mandibular dişler kullanılmıştır. Muflalama tekniği kullanılacağı için seçilen dişlerin mezyal ve distal kök uçlarının yaklaşık aynı hizada olmasına dikkat edilmiştir.

Birçok çalışmada köklerin eğrilik derecelerinin belirlenmesinde Schneider yöntemi kullanılmıştır (122, 134, 100). Ancak bu yöntemde kanal eğriliği tek bir parametreye bağlı olarak tanımlanır. Kanal eğriliğinin başladığı nokta ve apikal forameni birleştiren çizgi ile kanalın uzun eksenine paralel çizgi kesiştirilir. Bu iki çizgi arasında kalan açı "kanal eğrilik derecesi"dir (127). Ancak kök kanal eğriliğinin şekli Pruett ve arkadaşları'na göre (108) iki parametreye bağlı olarak daha doğru tanımlanabilir, bunlar; eğrilik açısı (α) ve eğrilik yarıçapıdır (r). Bu yöntemde eğrilik açısı daha farklı belirlenir; kanalın koroner bölümüne paralel bir çizgi çekilir,

ikinci çizgi ise apikal üçlüye paraleldir. Koroner bölüme paralel çizgi üzerinde kanalın eğilmeye başladığı nokta, apikal bölüme paralel çizgideyse kanal eğriliğinin bittiği nokta bulunur. Kanalın eğri kısmı, bu noktalardan çıkılan dikme çizgilerin kesiştiği noktayı merkez alan daire ile gösterilir. Eğrilik açısı, dairenin bu noktalar arasında kalan yayını gören merkez açıdır. Dairenin yarıçapı ise eğriliğin yarıçapıdır. Eğrilik yarıçapı eğriliğin şiddetini gösterir. Yani yarıçap küçüldükçe kanal eğriliği şiddetlenmektedir. Eğrilik açısı ve eğrilik yarıçapı birbirinden bağımsız parametrelerdir. Kanallar aynı eğrilik açısına sahip oldukları halde eğrilik yarıçapları farklı olabilir, yarıçaptaki değişim eğriliğin şiddetini belirler (108).

Stresler en yoğun olarak kanalın eğrilik bölgesinde oluşur. Daha şiddetli eğrilik daha çok stres oluşturur. Kanal eğrilik çapı küçüldükçe (yarıçapın 2 mm olduğu örnekler) ve eğrilik açısı 25° üzerindeyse döner enstrümanın kırılması için daha az siklus yeterlidir (108). Bu çalışmada alt büyük azı dişlerin kanal eğrilik açıları ve eğrilik yarıçapları AutoCAD 2000 yazılımı kullanılarak ölçülmüştür. Eğrilik yarıçapı 4 mm den büyük, eğrilik açısı 25° den küçük (eğriliği orta zorlukta) büyük azı dişler çalışmada kullanıldı.

Akriliğe gömülü dişler genişletilip doldurulduktan sonra apikal, orta ve koroner üçlüden kesitler alındı. Her kesit fotoğraflandı. Kesitler dikkatle yapıştırılıp örnekler muflalara yerleştirildi. Çalışmayı oluşturan 40 diş rastgele 4 gruba ayrıldı, çözücü kullanılarak ya da kullanılmadan el eğeleri ya da Hero 642 ile kanal dolgusu uzaklaştırıldı. Kanal dolgusunu uzaklaştırma miktarı ve önceki kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında çözücü kullanımının etkisi değerlendirildi.

Kök kanalından önceki kanal dolgu malzemesinin tamamen uzaklaştırılması, tedavinin başarısı için şarttır (42, 86). İyi kompakte edilmiş kanallardan güta-perkanın uzaklaştırılması çok zaman alıcı olabilir (80, 86) ve kanal içinde

ulaşılamayan bölgeler, uzaklaştırılmayan kanal dolgusu artıkları kalmaktadır. Önceki tedaviye ait kanal dolgusunun mümkün olduğunca uzaklaştırılması, kanalın nekrotik doku ve bakterilerden temizlenmesi için gereklidir. Yapılan alışmalar, kanal dolgusunu asıl önemli olan bölgeden, apikal üçlüden uzaklaştırmanın çok zor olduğunu göstermiştir (38, 39, 62, 144). Tüm kanal tedavisi yenilenmesi yöntemleri apikalde, koronere göre daha çok debris bırakmaktadır (35). Bu çalışmada da tüm gruplarda, apikal üçlüde diğer üçlülere kıyasla en fazla miktarda kanal dolgusu kaldığı görüldü, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Sadece, Hero 642 ve çözücü kullanılan grupta, apikal üçlüde, koroner üçlüye kıyasla geriye kalan kanal dolgusu oldukça fazlaydı. Fakat bu istatistiksel olarak anlamlı farkın nedeni, çözücü kullanıldığında orta ve koroner üçlüden daha fazla miktarda kanal dolgusunun uzaklaşmasıydı (70, 14, 120). Gruplar arasında apikal üçlüde geriye kalan dolgu miktarı kıyaslandığında da anlamlı farklı bulunmadı. Yani, Hero 642 sistemi, kanal dolgusunu apikal üçlüden uzaklaştırmada el eğelerinden farksızdı.

Apikal bölgede anatomik çeşitlilik fazladır, dolayısıyla apikal bölgenin enstrümantasyonu zordur. Ayrıca apikal bölgenin, kanal tedavisi yenilenen olgularda bakterilerle asıl enfekte olmuş olan bölge olması ihtimali büyüktür ve bu nedenle apikal üçlünün şekillendirilmesi ve temizlenmesi çok önemlidir. Kanal tedavisi yenilendikten sonra geriye kalan debris tedavinin başarısını etkileyecektir. Yapılan çalışmalarda, geriye kalan kanal dolgusunun ve son kanal şeklinin incelenmesi için aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır:

1. Radyografik Yöntem: Laboratuvar çalışmalarının çoğunda kanal tedavisinin yenilenmesi sonrasında kök kanal duvarlarında geriye kalan güta-perka miktarının değerlendirilmesi için radyografik yöntem kullanılmıştır (70, 86). Bu yöntem iki boyutlu bir görüntü sağladığı için kesin bilgi vermez. Bir çalışmada güta-perkanın

uzaklaştırılması sonrasında çekilen radyograflar taranıp bilgisayara aktarılmıştır. AutoCAD 2000 programı kullanılarak apikal, orta ve koroner üçlüdeki güta-perkanın sınırları belirlenerek tüm kanala oranı hesaplanmıştır. Ancak bu yöntemle sadece iki boyutlu bir inceleme yapılabilir ve sadece gözle görülen büyük güta-perka parçalarının sınırları programı kullanan operatörlerce çizilebilmiştir (86). Keçeci ve arkadaşları ise hem bukkolingual hem de mezyodistal yönden radyograf olarak üçüncü boyutu da kısmen incelemişlerdir (70).

2. Longitudinal/Transversal kesit alma: Bu yöntemde kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra bukkal ve lingual kök yüzüne, kökün uzun aksına paralel oluklar açılır ve keskin bir bistüri bu çentiklerden birine yerleştirilerek hafifçe vurulur. Böylece kök uzunlamasına iki parçaya ayrılır. Bu yöntemle koronerden apikale kanal duvarlarındaki debris incelenebilir (160, 159, 158, 63, 70). Kökü önce transversal olarak üçlülere ayırıp sonra her üçlüyü longitudinal olarak ikiye ayırarak değerlendirmek de mümkündür (62).

3. Radyografi ve kesit alma: Kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra radyografik olarak kanal duvarlarının temizliği incelenebilir. Buna ek olarak dişler longitudinal olarak ikiye ayrılarak kanal duvarlarının temizliği görülebilir. Daha sonra radyografik görüntüler ve fotoğraflar taranarak bilgisayara aktarılıp geriye kalan debris miktarı hesaplanabilir (19, 14, 35).

4. Mikro bilgisayarlı tomografi: Kök kanallarında enstrümantasyon sonrasında oluşan değişikliklerin izlenmesinde yeni geliştirilen yüksek çözünürlüğe sahip bilgisayarlı tomografi (CT) ve mikro bilgisayarlı tomografi (micro-CT) teknikleri kullanılmaya başlanmıştır (105, 102, 101, 104, 56, 98).

Mikro bilgisayarlı tomografinin, kanal tedavisinin yenilenmesi işlemlerinin kalitatif ve kantitatif değerlendirilmesi için çok önemli bir yöntem olduğu

vurgulanmıştır (109). Örneklerin hasar görmediği bu yöntemde kanal hacmi ve yüzey alanındaki değişiklikler izlenebildiği gibi, enstrümantasyon öncesi ve sonrası kanal konfigürasyonu karşılaştırılarak kök kanal anatomisinde oluşan değişiklikler de gözlenebilmektedir. Bu yöntem ile kök kanal sistemi üç boyutlu olarak izlenebilir, ölçümler istenen aşamalarda tekrarlanabilir ve görüntüler arasındaki farkları gösteren ölçümler yapılabilir. Geriye kalan kanal dolgu malzemesinin değerlendirilmesinde mikro bilgisayarlı tomografinin kullanımı çok daha başarılı ve gerçeğe yakın sonuçlar verecektir.

5. Dental Operasyon Mikroskobu Kullanımı: Eğri kanallarda geriye kalan kanal dolgusunun incelenmesinde pratik bir yöntem değildir, doğru sonuç almak için radyografiyle desteklenmesi gerekmektedir (125).

6. Muflalama Yöntemi: İlk olarak Bramante ve arkadaşları (18) genişletme sonrasında kök kanallarının kesitindeki değişimi gösteren bir yöntem geliştirmiştir. Çekilmiş dişleri akrilik rezin bloklara gömmüş ve rezin bloğu saran alçıdan bir mufla oluşturmuşlardır. Rezine gömülü dişlerden horizontal kesitler alıp kanalları genişletmek üzere bu kesitleri tekrar muflalarına oturtmuşlardır. Enstrümantasyon öncesi ve sonrasında kök kanal çapını gösteren fotoğraflar elde etmişler, bu fotoğraflar daha sonra üst üste bindirilerek enstrümantasyon sonrasında kök kanallarında oluşan sapma miktarı ölçülmüştür. Bu yöntemin ardından benzer amaca yönelik daha farklı mufla sistemleri geliştirilmiş ve “modifiye edilmiş Bramante tekniği” tanımlanmıştır (20, 87, 21, 142, 77)

Kanaldaki postoperatif sapma miktarı “centring ratio” yöntemiyle (83, 162, 163, 44, 20) ya da preoperatif-postoperatif dentin kalınlığının karşılaştırılması (88) ile saptanabilir. Bu yöntem ile aynı zamanda predentinin uzaklaşması, istmus ve düzensizliklerin giderilmesi değerlendirilebilir (6, 112).

Bramante ve arkadaşlarının tekniği kullanılarak kanal kesitindeki değişimler, dolayısıyla kök kanal preparasyonuna ait birçok önemli parametre incelenebilir. Kanal uzun aksındaki düzleşmeler, kök kanal çapındaki değişiklikler (horizontal), kök kanal temizliği, çalışma zamanı ve apikalden taşan debris miktarı bu yöntemle incelenebilir. Bu yöntemin uygulanması kök kanal anatomisi ve morfolojisindeki farklılıklar nedeniyle sınırlanır (59). Ayrıca kesit alma işlemleri sırasında kök kanalı içerisindeki debris vb. yer değiştirebilir ve uzaklaşabilir (86).

Bu çalışmada, kanal dolgusunu uzaklaştırma miktarı muflalama yöntemi kullanılarak incelendi. Wilcox ve Van Surskum (163), 1991 yılında mufla yöntemini kullanarak kök kanal tedavisinin yenilenmesi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bramante tekniğinin (18), Calhoun ve Montgomery (20) tarafından modifiye edilen şeklini kullanmışlar, muflalama yöntemi ve kesit almayı, kesici dişlerde kanal tedavisi öncesi ve sonrasını değerlendirmede başarılı bulmuşlardır. Dişleri şeffaf akrilik rezine gömdükten sonra alçıdan mufla hazırlamışlardır. Ancak alçıdan muflanın bütünlüğü kolayca bozulabilir ve kesitlerin birbiri üzerinde kaymasına neden olabilir.

Güta-perka ve pat birlikte geriye kalan kanal dolgusu olarak değerlendirilebilir. Enfekte olmuş bir kanal içerisinde bulunan pat ya da güta-perka artığı, tedavi sonucunu etkileme açısından eşit değerdedir. İkisinden biri ya da her ikisi mikroorganizmaları ve bakteri artıklarını örtüp kanal duvarlarının dezenfeksiyonunu engelleyebilir. Bu nedenle bu çalışmada güta-perka ve pat ayrı ayrı ele alınmadı, geriye kalan kanal dolgusu olarak beraberce değerlendirildi. Muflalama tekniği esasen pat ve güta-perkanın ayrı ayrı değerlendirilmesine uygun bir tekniktir, bu çalışmada kullanılan Diaket kanal patının beyaz renkte olması da güta-perka ve kanal duvarından kolaylıkla ayırt edilmesini sağlar.

Bu çalışmada kesicilere göre tedavisi çok daha zor olan büyük azı dişler kullanıldı, Bramante tekniği, muflalama sisteminde farklı malzemeler kullanılarak modifiye edildi. Dişler şeffaf akrilik rezine gömüldü, ancak muflalamada koyu kıvamlı silikon ölçü maddesi ve birbirine sıkı sıkıya geçen plastik kalıplar kullanıldı. Çalışmada büyük azı dişler kullanıldığı için muflalama bir avantaj oluşturdu. Çünkü büyük azı dişlerde longitudinal kesit alarak tüm kanalın incelenmesi pratik bir yöntem değildir, özellikle büyük azı dişlerin eğimli olan mezyal kökünden düzgün şekilde longitudinal kesit almak oldukça zordur.

Kapalas ve Lambriadinis'in (2000) (64) yaptığı bir klinik araştırmada, endodontistlerce yenilenen kanal tedavilerinde tüm diş grupları dahil edildiğinde %40,6 oranında basamak oluşumu meydana geldiği bulunmuştur. Basamak oluşumu, en yüksek oranda (%57) alt çenedeki büyük azıların kanal tedavisi yenilenirken ortaya çıkmaktadır ve en fazla mezyobukkal kanallarda (%52) basamak oluşumu meydana gelmektedir. Kanal eğriliği basamak oluşumuna zemin hazırlayan en önemli faktördür. Eğriliği <5 olan kanallarda basamak oluşması oranı %12,5 iken, eğriliğin <20 ve >25 olduğu dişlerde bu oran sırasıyla %49,5 ve %52,3'dür. Yani eğriliğin orta derecede veya şiddetli olduğu kanallarda basamak oluşması oranı neredeyse aynıdır. Bu çalışmada kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında apikal bölgeye tam olarak ulaşılmasını engelleyecek şekilde basamak, ardından perforasyon oluşumu %47,5 oranında meydana geldi. Bu kanallarda apikale ilerlenemediği için apikal üçlüdeki kanal dolgusu uzaklaştırılmadı. Mezyobukkal kanallara ait apikal üçlüdeki kanal dolgusu, orta ve koroner üçlülere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulundu. Yalnızca el eğeleri kullanılan grupta ve Hero 642 ile çözücü kullanılan grupta, sadece "mezyobukkal kanal"da apikal üçlüde kalan kanal dolgu miktarı diğer üçlülere kıyasla anlamlı olarak fazlaydı. Bu durum, en çok

mezyobukkal kanalda basamak meydana geldiğini doğrulamaktadır. Bu çalışmada mezyal kökleri orta derecede eğriliğe sahip alt büyük azı dişler kullanıldı ve en fazla basamak mezyobukkal kanallarda meydana geldi, bu durum kanal dolgusunun apikal bölgeden uzaklaştırılmasını engelledi.

Bu çalışmada çözücü kullanılmayan Hero 642 grubunda kök üçlüleri arasında anlamlı fark bulunmadı, ancak bazı çalışmalarda Ni-Ti döner eğelerle servikal üçlüden güta-perkanın uzaklaştırılmasının zor olduğu belirtilmektedir. Çünkü döner Ni-Ti enstrümanlar, el eğeleri gibi çevresel eğeleme yöntemiyle aktif kullanılamaz.

Wilcox ve Van Surksun (163), kesici dişlerde kanal tedavisinin yenilenmesini muflalama yöntemi ile inceleyen ilk çalışmayı yapmışlardır. Bu çalışmada tek köklü kesici dişler servikal seviyeye kadar akriliğe gömülmüşlerdir. Akriliğe gömülü kökleri, 0,5 mm kalınlığında Isomet testereye bağlı bıçakla üç eşit parçaya ayrılmıştır, her kesit ortalama 4-5 mm kalınlıktadır. Benzer şekilde, bu çalışmada da dişler 0,5 mm kalınlıktaki bıçak kullanılarak kesitlere ayrıldı ancak daha hassas değerlendirme yapabilmek için kesit kalınlıkları 2-3 mm'yi aşmadı. Ayrıca alt büyük azı dişler kullanıldığından kesicilere göre çok daha ince kanallarda çalışıldı.

Testere bıçağı ne kadar kalınsa, dişte aynı kalınlıkta bir boy kaybı ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada kesit ara yüzlerinde meydana gelen bu madde kaybı apikal kesitin tam uyumunu bazı örneklerde zorlaştırmıştır. Kırk örneğin 19 tanesinde orta üçlü seviyesinden apikale doğru ilerletilen kanal aleti dentine ya da akriliğe çarparak apikal üçlüye ulaşamadı. Bunun nedeni, ya apikal kesitin yetersiz uyumu ya da kanal dolgusu uzaklaştırmakta kullanılan sistemdi. Bu çalışmada % 47,5 oranında perforasyon oluşumu meydana geldi. Alt çene büyük azı dişlere ait kanal tedavisinin endodontistlerce yenilediği bir klinik çalışmada basamak oluşması oranı %40,6 olarak bulunmuştur (64), başka bir çalışmada kanal tedavisi yenilenen

tüm dişlerde bu oranın %46 olduğu ve kanalın eğriliği arttıkça basamak oluşumunun artacağı belirtilmiştir (48). Bu çalışmada, basamak oluşması oranı literatürdeki çalışmalara paralellik gösterdi

Tüm gruplarda, her kanala ait kesitler kendi içinde karşılaştırıldığında mezyolingual ve distal kanallar içinde fark yoktu. Ancak el eğeleri ile kanal dolgusunun uzaklaştırıldığı grupta, mezyobukkal kanalın apikal üçlüsünde, koroner üçlüye göre anlamlı miktarda fazla kanal dolgusu kaldı. Apikal mezyobukkal kanalda kalan kanal dolgusu oranı yaklaşık %48 iken, koronerde bu oran yaklaşık %14'dü. Hero 642 ve çözücü kullanılan grupta da mezyobukkal kanalın apikal üçlüsünde, orta ve koroner üçlüye göre anlamlı miktarda fazla kanal dolgusu kaldı. Bu durum önceki çalışmaların sonuçlarına paralellik göstermektedir. Kanal dolgusunun apikalden uzaklaştırılması çok zordur ve en fazla apikal üçlüde debris kalmaktadır (120, 38).

Kanal tedavisinin yenilenmesi bazı enstrümanların kullanılmasıyla daha kolay hale getirilebilir. Son yıllarda bu amaçla döner Ni-Ti kanal eğeleri kullanılmaktadır. Kanal tedavisinin yenilenmesi, döner Ni-Ti eğelerin kullanımı ile daha hızlı gerçekleştirilebilir ve tedavi süresinin kısılması çok köklü dişler için büyük bir avantajdır (38).

Kanal tedavisinin yenilenmesinde kullanılan tüm teknikler apikalde koronerden daha fazla debris bırakmaktadır (144, 38, 35). Kullanılan hiçbir yöntem özellikle apikal üçlüdeki güta-perkanın tamamen uzaklaştırılmasında etkili olamamaktadır (Kosti E 48).

Bazı çalışmalarda kanal tedavisinin yenilenmesini zorlaştırabilecek koroner bölgedeki anatomik düzensizlikler uzaklaştırılmıştır (3, 70, 35). Bunu için diş kronları aşındırılarak ya da uzaklaştırılarak çalışma boyları standart hale getirilebilir (3, 70). Ancak kron uzaklaştırılarak çalışıldığında klinik koşullar göz ardı edilmiş

olmaktadır (86). Bu in vitro çalışmayı klinik şartlara daha yakın kılmak için kron üzerinde herhangi bir aşındırma uygulanmamış, sadece alt büyük azı dişlere uygun şekilde giriş kavitesi açılmıştır. Diş boyları standardize edilmemiştir. Klinik şartlarda kanal dolgusunu uzaklaştırmak için belli bir süre sınırlaması yoktur, her olgu için gereken süre mutlaka değişmektedir (62). Dolayısıyla, kanal dolgusunun uzaklaştırılması ve tekrar eğeleme süresi değerlendirilmemiştir. Ancak, önceki in vitro çalışmalarda kullanılan teknikten bağımsız olarak kanal dolgu malzemesini uzaklaştırmak için 20 dakikanın üzerine çıkılmadığı belirtilmektedir (38, 93, 61).

Hero 642 sisteminin, eğri kanalların genişletilmesinde el eğelerine (12, 121, 60, 143, 51) ve Quantec CS gibi bazı döner eğelere kıyasla birçok üstün özelliğe sahip olduğu bildirilmektedir (60). Bir çalışmada 0,04 ve 0,06 açılı ProFile, K3 ve Hero 642 enstrümanları ile, 25°-40° arası eğrilığe sahip alt çene büyük azıların mezyal kanalları genişletilmiştir. Üçlü sarmal yapısı ve pozitif kesme açısına sahip olması nedeniyle kanallardan en çok dentini Hero 642 sistemi uzaklaştırmış ve orijinal kanal formunu en iyi şekilde korunmuştur. Diğer enstrümanların sahip olduğu radyal alanlar kesme etkisini azaltmaktadır (47). Ancak Hero 642 sisteminin kanal tedavisinin yenilenmesinde diğer sistemlere kıyasla bir üstünlüğe sahip olup olmadığı araştırılmamıştır.

Konikliği 0,06 ve daha fazla olan eğelerin çalışma boyunda kullanılmaması önerilmektedir, çünkü eğenin konikliği arttıkça esnekliği azalmakta ve apikal transportasyon, dolayısıyla perforasyon daha çok oluşmaktadır (145, 146). Bu enstrümanların *crown-down* tekniğiyle kullanılmaları ve apikal preparasyonun en az 30 numaralı eğeye dek sürdürülmesi gereklidir (136).

Bir çalışmada Quantec SC döner eğeler ile 40° eğrilikte kanala sahip akrilik bloklar kullanılmış ve #25 0,05 açılı enstrümandan itibaren basamak, transportasyon

ve perforasyon meydana geldiği görülmüştür. Quantec SC sisteminin eğe uçlarının aktif olması ve açılanmanın artması komplikasyon oluşumunu artırmıştır (49).

Hülsmann ve arkadaşları (2001) (60), Bramante'nin mufla tekniğini Hero 642'nin kanal genişletme performansını 20°-40° arası eğrilikte kanal sahip alt çene büyük azılarda incelemek için kullanmıştır. Çalışma boyunca 0,02 açılı 40 numara eğe ile genişletme yapmışlar, hiçbir dişte çalışma boyu kaybı oluşmamıştır. Ancak, Hero 642 enstrüman ucu keskin olmamasına rağmen, kök perforasyonu oluşturmuştur ve bu sonuç deney dizaynına bağlanmıştır. Bu çalışmada da Hülsmann ve arkadaşlarının çalışmasındaki gibi çalışma boyunca son olarak 0,02 açılı 40# Hero 642 enstrümanı kullanılmış ve aynı şekilde deney düzeneğinden kaynaklandığı düşünülen perforasyonlar meydana gelmiştir. Örneklerden kesit alınması sırasında kesit yüzeylerinde meydana gelen madde kaybı nedeniyle apikale ait kesit üstteki kesitle yeterli devamlılığı sağlayamayabilir ve alet apikalde kanalı takip edemeyerek kökü ya da akriliği perfore edebilir. Hülsmann ve arkadaşları (2001) (60) çalışmalarında kullanılan bıçak kalınlığı belirtmemişlerdir. Gonzalez-Rodriguez ve arkadaşları (2004) (47) yaptıkları çalışmada Bramante'nin mufla yöntemini kullanmışlar, kalınlığı 100 ve 200 µm olan mikrotom bıçaklar ile kesit almışlardır. Ancak kesitlerin uyumu hakkında yorum yapmamışlar, kök kanal sisteminde meydana gelen sapmaları incelememişlerdir.

Yapılan çalışmalarda önceki apikal çaptan iki boy büyük olarak genişletmenin tamamlandığı bildirilmektedir (62). Bu çalışmada, tüm dişlerde mezyaldeki kanallarda ana eğe 25 ya da 30, distal kanalda ise 40 ya 45 numaraydı. Tekrar enstrümantasyonda iki boy büyük eğeye dek apikal genişletme yapıldı. El eğeleri kullanılan grupta çalışma boyunca mezyal kanallarda 35-40 numaralı H-tipi eğeye, distal kanalda da 50-55 numaralı eğelere dek genişletme yapılarak apikal

enstrümantasyon bitirildi. Hero 642 grubunda ise çalışma boyunca mezyal kanallarda 0,02 açılı 40 numaralı döner enstrümana dek, distal kanalda ise çalışma boyunca 0,02 açılı 45 numaralı döner eğeye kadar genişletme yapılarak apikal enstrümantasyon tamamlandı. Distal kanalda 45 numaralı döner eğe ile çevresel genişletme yapıldı. Distal kanallarda önceki kanal dolgusu sırasında kullanılan ana kon 40 ya da 45 numaraydı ve distal kanallarda kanal dolgusunu uzaklaştırmada 45 numaralı döner eğe kullanılmış olmasına rağmen geriye kalan kanal dolgu miktarı, mezyal köktekine kıyasla istatistiksel olarak farklı bulunmadı. Süre kısıtlaması olmadan, kanal dolgusu artıkları gelmeyene dek çalışıldığı için böyle bir sonuç elde edilmiş olabilir. Distal kanallardaki ana kon 40 ya da 45 numara olmasına rağmen, kanal dolgusunu uzaklaştırmada 45 numaralı döner eğe kullanılmasının nedeni ise, Hero 642 sistemindeki en büyük numaralı enstrümanın 0,02 açılı 45# olmasıdır. El eğeleri kullanıldığında ise distal kanalda çalışma boyunca 50# eğeye dek genişletme yapıldı ve kanal duvarlarında çevresel olarak 55, 60 ve 70# kullanılarak *step back* tamamlandı. Hero 642'nin kullanıldığı gruplarda, mezyal kanal duvarlarını mümkün olduğunca temizleyebilmek için 0,06 açılı 30# ve 0,02 açılı 45# enstrümanlar, çalışma boyuna gitmeden ve kanalda sıkışma hissi almadan kanal duvarlarına yaslanarak kullanıldı.

Yapılan çalışmalarda kanal dolgusunun mümkün olduğunca uzaklaştırılıp yeterli genişletmenin sağlandığına, kök kanal sisteminden daha fazla kanal dolgusu artıkları gelmemesi ve radyografik olarak kanal dolgusunun izlenmemesi gibi kriterlere göre karar verilmektedir (62, 70, 120). Bu çalışmada, distal kanallar eğrilik taşımadığı için çevresel eğeleme daha iyi yapılmasına imkan verdi. Buna rağmen çalışmamızda mezyal ve distal kanallar karşılaştırıldığında geriye kalan kanal dolgusu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Bu çalışmada

sadece mezyal köklerde basamak ve perforasyon oluşumu meydana geldi. Buna rağmen, geriye kalan kanal dolgusu miktarı apikal üçlü düzeyinde bile distal kanaldan farklı bulunmadı.

Birçok çalışmada otomatik enstrümanların kanal dolgusunu uzaklaştırmada yetersiz kaldığı gösterilmiştir (160, 7, 38). Ayrıca yapılan çalışmalarda kullanılan enstrümandan bağımsız olarak kök kanal duvarlarındaki debrisin tamamen uzaklaştırılmadığı bildirilmektedir (160, 166).

Wilcox ve Swift (162), önceki tedavide kök kanal sisteminin genişletilmesinde uygulanan tekniğin, kanal tedavisi yenilenirken tekrar uygulanmasının anlamlı olmayacağını, prepare edilemeyerek tedavinin başarısız olmasına yol açan bölgelere aynı teknikle tekrar ulaşamayacağını öne sürmüşlerdir. Bu nedenle enstrümantasyonun başarısını artırmak için kanal tedavisini yenilerken farklı tekniklerin kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Birçok çalışmada döner eğeler, el eğeleri ve çözücünün birlikte kullanılmasının daha etkili ve hızlı olduğu gösterilmiştir (15, 70).

Endodontik nikel-titanyum enstrümanların geliştirilmesiyle el eğelerine göre çok daha hızlı preparasyonlar yapılmaktadır. İlk kez Walia ve arkadaşları (150) bu enstrümanların özelliklerini araştırmışlar ve K-tipi eğelere kıyasla eğilme ve burulma yeteneklerini göstermişlerdir. Ni-Ti eğelerin sahip olduğu elastiklik modülü çok düşük olduğu için paslanmaz çelik eğelere göre 2-3 kat daha esnektirler. Yine Ni-Ti alaşımının bir özelliği olan “duktilite (süneklik)” sayesinde burulma kuvvetlerine karşı daha dayanıklıdır. Basamak oluşturmadan kanalın orijinal formuna uygun genişletme sağlarlar. Nikel-titanyum el ve döner eğelerin avantajları çok sayıda çalışma ile doğrulanmıştır, el eğelerine göre genişletme çok daha çabuk tamamlanabilir (33, 46, 16). Kanal tedavisi yenilenmesinde ise, daha önceden de

belirtildiği gibi önemli olan mevcut kanal dolgusunun komplikasyonsuz olarak tamamıyla uzaklaştırılmasıdır.

Döner Ni-Ti sistemlerden Hero 642'nin alt çene büyük azıların eğri kanallarında kullanıldığı bir çalışmada, preparasyonun daha hızlı yapıldığı ve mezyal kanalların şeklinin enstrümantasyon sonunda oldukça iyi korunduğu gösterilmiştir. Mezyal kanallarda 20-40° arasında bir eğrilik mevcut olduğu halde, genişletme sonunda ortalama 1,6° lik bir düzleşme saptanmıştır (60). Yine Hero 642 sistemi ile K-tipi eğeler, alt büyük azıların mezyal kanallarının 20° den daha eğri olduğu bir in vitro çalışmada karşılaştırılmıştır. Apikal uçluda kanal şeklinin Hero 642 grubunda daha iyi korunduğu gösterilmiştir, ancak bu çalışmada çalışma boyuna 0,02 açılı enstrümanlar gönderilmiş ve apikal preparasyon 0,02 açılı, 30 numaralı Hero 642 eğesi ile bitirilmiştir (12). Bizim çalışmamızda mezyal kanallar ilk preparasyonda 0,02 açılı eğelerle (paslanmaz çelik H-tipi el eğeleri) 25-30 numaraya dek genişletildiği için, kanal tedavisinin yenilenmesinde 0,02 açılı 40 numaralı enstrüman ile apikal preparasyon tamamlanmıştır.

Bu in vitro çalışmada Hero 642 döner enstrümanlar, 1/50 redüksiyonlu başlık ile havalı sisteme bağlı olarak kullanıldı. Dakikadaki devir sayısı havalı sistem kullanıldığı için sabit değildi ancak ortalama bir hızda, yaklaşık 400 devir/dakika'da çalışıldı. Karagöz-Küçükay ve arkadaşlarının (66) 2003'de yaptıkları çalışmada Hero 642 eğelerin 300, 400 ve 600 devir/dakika'da kullanımının kanal genişletmeye etkisi alt büyük azıların mezyal köklerinde araştırılmış, bu üç hızda da kanal eğriliği ve çalışma boyu anlamlı olarak değişmemiştir. Çalışmada kullanılan 60 kökte de herhangi bir alet kırığı oluşmamıştır. Döner eğelerde kırık oluşturan süreç dakikadaki devir sayısından bağımsızdır (108). Bramante ve Betti'nin (19) 2000 yılında yaptıkları bir çalışmada güta-perkanın uzaklaştırılması için Quantec SC döner

enstrümanlar hızı sabitleyen elektrik motora takılı olarak 1500 devir/dakika hızda kullanılmış, daha az alet kırıldığı, güta-perkanın daha kısa sürede uzaklaştırıldığı ve kanal duvarları temizliğinin iyi olduğu gösterilmiştir. Aynı enstrümanların 350 devir/dakika hızda kullanılması sonucunda ise kanal duvarlarında daha fazla debris kalmış ve çok daha fazla sayıda alet kırılmıştır. Ancak Bramante ve Betti, 1500 devir/dakika hızda kullanımı sadece düz kanallardaki güta-perkanın uzaklaştırılması için önermişlerdir. Bu çalışmada, alt büyük azı dişlerin mezyal kanalları başlangıçta orta zorlukta eğriliğe sahip olduğundan Hero 642 sistemi 400 devir/dakika'da kullanıldı ve geriye kalan kanal dolgusu miktarı Hero 642' nin kullanıldığı grupta daha fazla bulundu. Daha fazla kanal dolgusu kalmış olmasının nedeni döner enstrümanların daha yüksek hızlarda kullanılmamış olması olabilir, ancak yüksek hız eğri kanallarda kullanım için önerilmemektedir. Çalışmamızda, Hero 642 sisteminin havalı sisteme bağlı olarak yaklaşık 400 devir/dakika'da kullanımıyla herhangi bir alet kırığı ortaya çıkmadı.

Ferreira ve arkadaşlarının 2001 yılında yaptıkları bir çalışmada (35), döner ege sistemleri ile güta-perka uzaklaştırılırken lubrikant kullanılmadığı vurgulanmıştır. ProFile 0,04 enstrümanların kullanıldığı bu çalışmada kırılan bir ege olup olmadığından bahsedilmemektedir. Döner egeler kullanılarak yapılan konuya ilişkin diğer çalışmalarda da lubrikant kullanıldığından bahsedilmemektedir (14, 61). Ancak yaptığımız çalışmada lubrikant kullanıldı ve alet kırığı oluşmadı.

Güta-perkanın ısıya kıyasla çözücü ile yumuşatılmasının daha güvenli olduğu ileri sürülmektedir. Ancak çözücüler iritan yapıda olduğundan kesinlikle periapikal dokulara taşırılmamalıdır (26). Günümüzde geçerli olan görüş mümkün olduğunca çözücü kullanımından kaçınılması gerektiğidir. Kökün koroner ve orta üçlüsünde ısı veya ısıyla beraber mekanik yöntemlerin ya da tek başına mekanik yöntemlerin

kullanımı önerilmektedir. Bir çalışmada da koroner ve orta üçlüde mekanik yöntemlerin kullanılması, çözücü kullanımının ise apikal üçlüde sınırlandırılması gerektiği ileri sürülmüştür (94).

Barrieshi-Nusair (2002) (10), ProFile sistemi ile güta-perkayı uzaklaştırmış, kloroform kullanıldığında kanal duvarlarında daha fazla debris kalmıştır. Kök kanalından güta-perkayı uzaklaştırmak için çözücü kullanıldığında kanaldaki güta-perka kök kanal duvarını ince bir film tabakası halinde kaplayarak görülmesi ve uzaklaştırılması zor bir tabaka oluşturur. Bu tabaka kanal içinde kullanılan irigasyon solüsyonları ve diğer medikamentlerin etkisini azaltabilir. Ayrıca kanal patı ve ana konun adaptasyonunu da bozar (161). Keçeci ve arkadaşlarının 2006 yılında yaptığı bir çalışmada ise, kloroformun el aletleri ile birlikte kullanımı çalışma hızını anlamlı şekilde artırmış ancak döner aletlerle kullanılması süreyi etkilememiştir, daha da önemlisi her iki durumda da kanal duvarlarında daha fazla debris kalmıştır. Çözücü ile el aletleri ve döner aletlerin birlikte kullanılması ise kanal duvarı temizliğini istatistiksel olarak anlamlı olmasa da artırmış ve süreyi kısaltmıştır. Güta-perkayı uzaklaştırmada döner eğe sisteminin kullanıldığı bazı çalışmalarda kloroform kullanılarak eğelerin kırılma riskinin azaltılması gerektiği ileri sürülmüştür (62, 70). Çözücü kullanıma kanal duvarlarının daha iyi temizlendiğini belirten araştırmacılar da bulunmaktadır (35). Kloroform ya da bir çözücü ile yumuşatılmış güta-perka kanal duvarlarına yapışarak temizlenmesi zor, ince bir tabaka oluşturur (144, 38, 120, 70). Ancak, kanal patı özelliklerinin deneysel tüplerde incelendiği bir çalışmada, kullandığımız kanal patı “Diaket” in kloroform ile kolaylıkla çözünebildiği gösterilmiştir (32), ancak elbette ki cam tüpe kıyasla kök kanalından uzaklaştırılması çok daha zor olmaktadır.

Bramante yöntemine benzer bir muflalama sistemi olan “endodontik küp” (77) ile, eğri kanalların genişletme sonrası şeklinin, Hero 642 sistemiyle el eğelerine göre daha iyi korunduğu gösterilmiştir (89). Bramante yöntemi kullanılarak, eğri kanallara sahip alt büyük azı dişlerde, Hero 642 sistemi ve el eğeleri ile yapılan kanal genişletme performansı karşılaştırılmış, apikal üçlüde kanalın orjinal formunun Hero 642 sistemi ile daha iyi korunduğu gösterilmiştir (12). Wilcox, aynı Bramante tekniğini kullanarak kanal dolgusunun yenilenmesinden sonra meydana gelen kanal formuna ait değişiklikleri incelemiş ve kanal tedavisi yenilenmesi sonucu ortaya çıkan transportasyonun, primer eğeleme sırasında oluşan transportasyonun şiddetlenmiş hali olduğunu göstermiştir (163). Bu durumda, Hero 642 sisteminin kanal tedavisi yenilenmesi sonrasında da kanal formunu el eğelerinden daha iyi koruyacağı düşünülebilir. Ancak eğri kanalların genişletilmesinde 0,02 açılı 25 ve 30 numaralı enstrümanlar yeterli olurken, önceki kanal dolgusunun yeterince uzaklaştırılabilmesi için daha büyük numaralı Hero 642 enstrümanları gerekecektir. Bu çalışmada da orta zorluktaki kanalların tekrar enstrümantasyonu için 0,02 açılı #35 ve #40 eğeler çalışma boyunda kullanıldı, bu nedenle Hero 642 sisteminin el eğelerinden üstün bir performans sergilemediği söylenebilir. Çünkü 0,02 açılı #30’a kıyasla 0,02 açılı #40 enstrüman daha rijittir. Daha büyük numaralı ve/veya daha büyük açılı döner Ni-Ti aletlerin orta ve şiddetli eğriliğe sahip kanallarda çalışma boyunda kullanılması transportasyon oluşumu ve benzeri komplikasyonlar oluşması bakımından risklidir (78).

Herhangi bir yöntemle ya da yöntemlerin kombine edilmesiyle güta-perkanın ve kanal dolgu patının tamamıyla uzaklaştırılmasının mümkün olmadığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (160, 120). Bu çalışmada da, el eğeleri ya da Hero 642 ile kanal dolgusunun uzaklaştırılması sırasında etil eter-kloroform karışımı kullanılması

istatistiksel olarak daha iyi sonuçlar vermedi. Ancak istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da perforasyon oluşumu en az oranda Hero 642 ve çözücünün birlikte kullanıldığı grupta, en fazla ise sadece Hero 642 kullanılarak kanal dolgusunun uzaklaştırıldığı grupta meydana geldi. Aslında birçok çalışmada el eğelerinin ile Hero 642'nin kanal formuna sadık olduğu hatta Hero 642 kullanıldığında kanal formunun apikal bölgede çok daha iyi korunduğu gösterilmiştir. El eğeleri kullanılan grupta da çözücü kullanımı perforasyon oluşumunu azalttı, ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildi. Buna dayanarak, etil eter-kloroform karışımı kullanıldığında perforasyon oluşması ihtimalinin azaldığı söylenebilir ancak yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Önceki çalışmalarda da el eğeleri döner enstrümanlardan çoğunlukla daha güvenli ve önceki kanal dolgusunu uzaklaştırmada daha etkili bulunmuştur. Bu çalışmada da el eğeleri daha iyi performans sergilemiştir.

BÖLÜM 6.

SONUÇ

Hero 642 sistemini kanal dolgusunu uzaklaştırmakta test ettiğimiz çalışmamızda, bu sistemin konvansiyonel tekniklerden, yani el eğelerinden üstün olmadığını gördük. Hatta kanal dolgusunu uzaklaştırmada el eğelerinin orta üçlü seviyesinde daha iyi sonuç verdiğini saptadık. Kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında Hero 642 sisteminin lubrikant ile kullanılması önemlidir. Hero 642 ile lubrikant kullanılarak 400 devir/dakika'da çalışıldı ve aletlerde kırık meydana gelmedi.

Kullandığımız muflalama yöntemi ile kanal dolgusu kalitesi ve kanal tedavisinin yenilenmesi sonrasında geriye kalan kanal dolgusu ve komplikasyonlar mikroskobik düzeyde değerlendirildi. Güta-perkanın uzaklaştırılması ve tekrar enstrümantasyon sonunda Hero 642 sisteminin kanal formuna istatistiksel olarak el eğeleri kadar sadık kaldığını belirledik. İrigasyonda ve kanal eğelerinin yivleri arasında kanal dolgusu artıkları görülme-yene dek, süreye bağlı kalınmadan çalışıldı ve mümkün olduğunca çevresel egeleme yapıldı. Sonuçta, geriye kalan kanal dolgusu bakımından mezyal ve distal kanallar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı.

Etil eter ve kloroform karışımı çözücü Hero 642 ile birlikte kullanıldığında, koroner üçlünün, orta ve apikal üçlüye göre çok daha iyi temizlendiği görüldü.

Sonuç olarak kanal dolgusunu uzaklaştırmada el eğeleri daha başarılı bulundu.
Hero 642 döner eğe sistemi kullanılacaksa el eğelerine yardımcı olarak kullanılması
nerilebilir.

ÖZET

KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİ SIRASINDA DÖNER ALETLER VE EL EĞELERİ İLE KÖK KANAL DOLGUSUNU UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Kanal tedavisinin yenilenmesinde önceden kullanılmamış bir sistem olan Hero 642 döner eğelerinin etkinliğini, el eğelerinin etkinliği ile karşılaştırarak değerlendirmeyi amaçladık. Alt çene büyük azı dişlerinde önceki kanal dolgusunu uzaklaştırmak için dört grupta dört farklı yöntemden birisi kullanıldı. Tek başına el eğeleri, el eğeleri ile birlikte çözücü, Hero 642 ve Hero 642 ile birlikte çözücü kullanılarak kanal dolgusu uzaklaştırıldı. Muflalama yöntemi ile kanal dolgusu kalitesi ve kanal tedavisinin yenilenmesi sonrasında geriye kalan kanal dolgusu ve komplikasyonlar mikroskobik düzeyde değerlendirildi. Kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra, her grupta geriye kalan kanal dolgusu yüzdesi hesaplandı ve birbiriyle kıyaslandı. Çalışmadaki bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis testi ve Mann-Whitney U testleri, Friedman testi ve Wilcoxon testleri, Ki-Kare testi kullanıldı. Kanal dolgusunu uzaklaştırmada dört yöntem arasında el eğelerinin daha iyi sonuç verdiği görüldü. “El eğeleri” ve “El eğeleri + çözücü” gruplarında, “Hero 642” ve “Hero 642 + çözücü” gruplarına göre daha temiz kanallar saptandı (p=0,056 ve p=0,016). Güta-perkanın uzaklaştırılması ve tekrar enstrümantasyon sonrasında, Hero 642 sisteminin kanal formuna el eğeleri kadar

sadık olmadığı gözlenirse de aralarında istatistiksel olarak fark bulunmadı ($p>0,05$). İstatistiksel fark bulunmasa da çözücü kullanımı her iki sistemde de apikal üçlüde perforasyon oluşması olasılığını azalttı. Tüm gruplarda el eğeleri ve döner eğelerde kırık meydana gelmedi. Örneklerin kesitlere ayrılmadan üç boyutlu görüntülenmesini sağlayan mikro bilgisayarlı tomografi gibi yöntemler kullanılarak deneysel handikapların sonuçlara yansımaları engellenebilir, dolayısıyla daha sağlıklı değerlendirmeler yapılabilir.

Anahtar kelimeler: Kanal Tedavisinin Yenilenmesi, Hero 642 döner eğe sistemi, Muflalama Tekniği

ABSTRACT

EVALUATION OF THE EFFECT OF ROTARY INSTRUMENTS VERSUS THAT OF HAND FILES TO REMOVE ROOT CANAL FILLING DURING ROOT CANAL RETREATMENT

The effect of Hero 642 rotary instruments which were not used for removing the root canal filling previously was evaluated during retreatment in this study. Hand instruments, hand instruments and solvent, Hero 642 system and Hero 642 and solvent were used to remove root canal filling. An individual muffle was created for every tooth to observe the quality of the root canal obturation preoperatively, postoperative canal shape and the remaining root canal filling. After root canal filling was removed, complications observed during the procedure and remaining root canal filling material were evaluated microscopically. The percentage of the remaining root canal filling material of each group was calculated. Statistical analysis of data was performed by using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U, Friedman and Wilcoxon tests and Chi-square test. The cleanest canals were obtained with when hand instruments. "Hand instruments" and "Hand instruments and solvent" groups removed the previous filling material more than "Hero 642 system" and "Hero 642 and solvent" groups ($p=0,056$ and $p=0,016$). Hand instruments kept the canal form better than Hero 642, and using of solvent reduced the possibility of perforations at the apical third in both methods, but there

was no statistical differences ($p>0,05$). No hand file or rotary file breakage were observed in all groups. Methods like micro-CT which keeps specimens intact and provides three-dimensional visualization may help to achieve more reliable results and may prevent experimental handicaps that compromise data.

Keywords: root canal retreatment, Hero 642 rotary files, muffle technique

TEŞEKKÜR

Tezimin tamamlanmasında bana yardımcı olan, değerli fikirleriyle katkıda bulunan doktora danışmanım sayın Prof.Dr. M.Kemal Çalışkan'a, doktora tez konumun belirlenmesinde bana yardımcı olan ve değerli yardımlarını esirgemeyen sayın Doç.Dr. Yeşim Eratlı'ya,

Çalışmalarım sırasında bana destek veren tüm değerli Endodonti Bilim Dalı öğretim üyelerine ve çalışma arkadaşlarıma,

Deneyleşimin önemli bir kısmı için bana Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nı açan sayın Prof.Dr. Sema Belli'ye,

Özel yazılımlar ile ilgili desteklerinden ötürü Yük.Müh. Mehmet Sarıkanat, Yük.Müh. Fırat Barlas ve Yük.Müh. Erhan Özkan'a,

İstatistiksel analizleri gerçekleştiren sayın Yrd. Doç.Dr. Timur Köse'ye ve bana her zaman destek olan Ailem'e çok teşekkür ederim.

Dt. Berdan Aydın

KAYNAKLAR

1. Allen RK, Newton CW, Brown CE (1989). A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases. *J Endod* 15: 261-6.
2. Allison CA, Weber CE, Walton RE (1979). The influence of the method of canal preparation on the quality of the apical and coronal obturation. *J Endod* 5: 298-304.
3. Al-Omari MA, Dummer PM (1995). Canal blokage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod* 21: 154-8.
4. Alves J, Walton R, Drake D (1998). Coronal leakage: endotoxin penetration from mixed bacterial communities through obturated, post-prepared root canals. *J Endod* 24: 587-91.
5. Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE (2004). K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J Endod* 30: 234-7.
6. Archer R, Reader A, Nist R, Beck M, Meyers WJ (1992). An in vivo evaluation of the efficacy of ultrasound after step-back preparation in mandibular molars. *J Endod* 18: 549-52.
7. Aun CE, dos Santos M (1989). Quantity of apical extruded material and efficiency of five different methods of removing gutta-percha and sealer from root canals—"in vitro" evaluation. *Rev Faculdade Odontol FZL*. 1: 63-73.
8. Baratto Filho F, Ferreira EL, Fariniuk LF (2002). Efficiency of the 0.04 taper ProFile during the re-treatment of gutta-percha-filled root canals. *Int Endod J* 35: 651-4.

9. Barbosa SV, Burkard DH, Spangberg LS (1994). Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *J Endod* 20: 6-8.
10. Barrieshi-Nuasir KM (2002). Gutta-percha retreatment: effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. *J Endod* 28: 454-6.
11. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Heden G, Odesjo B, Engstrom B (1979). Retreatment of endodontic fillings. *Scand J Dent Res.* 87: 217-24.
12. Bertrand MF, Lupi-Pegurier L, Medioni E, Muller M, Bolla M (2001). Curved molar root canal preparations using Hero 642 rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 34: 631-6.
13. Bertrand MF, Pellegrino JC, Rocca JP, Klinghofer A, Bolla M (1997). Removal of thermafil root canal filling material. *J Endod* 23: 54-7.
14. Betti LV, Bramante CM (2001). Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J* 34: 514-9.
15. Bharathi G, Chacko Y, Lakshminarayanan L (2002). An in-vitro analysis of gutta-percha removal using three different techniques. *Endodontology* 14: 41-5.
16. Bishop K, Dummer PM (1997). A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *Int Endod J* 30: 25-34.
17. Block RM, Bushell A, Grossman LI, Langeland K (1979). Endodontic surgical re-treatment--a clinical and histopathologic study. *J Endod* 5: 101-15.
18. Bramante CM, Berbert A, Borges RP (1987). A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod* 13: 243-5.
19. Bramante CM, Betti LV (2000). Efficacy of Quantec rotary instruments for gutta-percha removal. *Int Endod J* 33: 463-7.
20. Calhoun G, Montgomery S (1988). The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod* 14: 273-7.

21. Campos JM, del Rio C (1990). Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved root canals. *J Endod* 16: 230-4.
22. Canalda-Sahli C, Brau Aguade E, Berastegui-Jimeno E (1996). A comparison of bending and torsional properties of K-files manufactured with different metallic alloys. *Int Endod J* 29: 185-9.
23. Carr GB (1994). Surgical endodontics. Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp, 6th ed, St Louis: CV Mosby Co, USA, p. 531-64.
24. Chalfin H, Kellert M, Weseley P (1993). Postsurgical endodontics. *J Endod* 19: 307-11.
25. Chernick LB, Jacobs JJ, Lautenschlager EP, Heuer MA (1976). Torsional failure of endodontic files. *J Endod* 2: 94-7.
26. Chong BS, Pitt Ford TR (1996). Endodontic retreatment 2: Methods. *Dent Update* 23: 384-7.
27. Chutich MJ, Kaminski EJ, Miller DA, Lautenschlager EP (1998). Risk assessment of the toxicity of solvents of gutta-percha used in endodontic retreatment. *J Endod* 24: 213-6.
28. Çalışkan MK (2005). Nonsurgical retreatment of teeth with periapical lesions previously managed by either endodontic or surgical intervention. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 100: 242-8.
29. Çalışkan M.K (2006). Kök kanal tedavisinin yenilenmesi. Endodontide Tanı ve Tedaviler, Nobel Tıp Kitabevleri, İzmir, s: 584, 590-2.
30. de Olivera DP, Barbizam JV, Trope M, Teixeira FB (2006). Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. *J Endod* 32: 362-4.
31. Dietz DB, Di Fiore PM, Bahcall JK, Lautenschlager EP (2000). Effect of rotational speed of fracture nickel-titanium rotary files. *J Endod* 26: 68-71.

32. Erdemir A, Adanır A, Belli S (2003). In vitro evaluation of the dissolving effect of solvents on root canal sealers. *J Oral Sci* 45: 123-6.
33. Esposito PT, Cunningham CJ (1995). A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod* 21: 173-6.
34. Fava LR (2001). Calcium hydroxide in endodontic retreatment after two nonsurgical and two surgical failures: report of a case. *Int Endod J* 34: 72-80.
35. Ferreira JJ, Rhodes JS, Pitt Ford TR (2001). The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *Int Endod J* 34: 267-74.
36. Frajlich SR, Goldberg F, Massone EJ, Cantarini C, Artaza LP (1998). Comparative study of retreatment of Thermafil and lateral condensation endodontic fillings. *Int Endod J* 31: 354-7.
37. Friedman S, Abitol S, Lawrence HP (2003). Treatment outcome in endodontics: The Toronto Study. Phase 1: initial treatment. *J Endod* 29: 787-93.
38. Friedman S, Moshonov J, Trope M (1992). Efficacy of removing glass ionomer cement, zinc oxide eugenol, and epoxy resin sealers from retreated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 73: 609-12.
39. Friedman S, Moshonov J, Trope M (1993). Residue of gutta-percha and a glass ionomer cement sealer following root canal retreatment. *Int Endod J* 26: 169-72.
40. Friedman S, Rotstein I, Shar-Lev S (1989). Bypassing gutta-percha root fillings with an automated device. *J Endod* 15: 432-7.
41. Friedman S, Stabholz A (1986). Endodontic retreatment-case selection and technique. Part 1: Criteria for case selection. *J Endod* 12: 28-33.
42. Friedman S, Stabholz A, Tamse A (1990). Endodontic retreatment-case selection and technique. Part 3: Retreatment techniques. *J Endod* 16: 543-9.
43. Gabel WP, Hoen M, Steiman HR, Pink FE, Dietz R (1999). Effect of rotational speed on nickel-titanium file distorsion. *J Endod* 25: 752-4.

44. Gambill JM, Alder M, del Rio CE (1996). Comparison of nickel-titanium and stainless-steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 22: 369-75.
45. Gani O, Visvisian C (1999). Apical canal diameter in the upper molar at various ages. *J Endod* 25: 689-91.
46. Glossen CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE (1995). A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 21: 146-51.
47. Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer- Luque CM (2004). A comparison of Profile, Hero 642 and K3 instrumentation systems in teeth using digital imaging analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 97: 112-115.
48. Greene KJ, Krell KV (1990). Clinical factors associated with ledged canals in maxillary and mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 70: 490-7.
49. Griffiths IT, Chassot AL, Nascimento MF, Bryant ST, Dummer PM (2001). Canal shapes produced sequentially during instrumentation with Quantec SC rotary nickel-titanium instruments: a study in simulated canals. *Int Endod J* 34: 107-12.
50. Grossman LI (1976). Physical properties of root canal cements. *J Endod* 6:166-75.
51. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM (2005). Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J* 38: 743-52.
52. Guppy DR, Curtis RV, Pitt Ford TR (2000). Dentine chips produced by nickel-titanium rotary instruments. *Endod Dent Traumatol* 16: 258-64.
53. Haga CS (1968). Microscopic measurements of root canal preparations following instrumentation. *J Br Endod Soc* 2:41-6.
54. Haikel Y, Gasser P, Allemann C (1991). Dynamic fracture of hybrid endodontic hand instruments compared with traditional files. *J Endod* 17: 217-20.

55. Hepworth MJ, Friedman S (1997). Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. *J Can Dent Assoc* 63: 364-71.
56. Hubscher W, Barbakow F, Peters OA (2003). Root-canal preparation with FlexMaster: canal shapes analysed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 36: 740-7.
57. Hülsmann M, Bluhm V (2004). Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J* 37: 468-76.
58. Hülsmann M, Gressmann G, Schafers F (2003). A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and HERO 642 rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 36: 358-66.
59. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics* 10: 30-76.
60. Hülsmann M, Schade M, Schafers F (2001). A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 34: 538-46.
61. Hülsmann M, Stotz S (1997). Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J* 30: 227-33.
62. Imura N, Kato AS, Hata GI, Uemura M, Toda T, Weine F (2000). A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. *Int Endod J* 33: 361-6.
63. Imura N, Zuolo ML, Kherlakian D (1993). Comparison of endodontic retreatment of laterally condensed gutta-percha and Thermafil with plastic carriers. *J Endod* 19: 609-12.
64. Kapalas A, Lambrianidis T (2000). Factors associated with root canal ledging during instrumentation. *Endod Dent Traumatol* 16: 229-31.
65. Kaplowitz GJ (1996). Using rectified turpentine oil in endodontic retreatment. *J Endod* 22: 621.

66. Karagöz-Küçükay I, Ersev H, Engin-Akkoca E, Küçükay S, Gürsoy T (2003). Effect of rotational speed on root canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments. *J Endod* 29: 447-9.
67. Kavanagh D, Lumley PJ (1998). An in vitro evaluation of canal preparation using Profile .04 and .06 taper instruments. *Endod Dent Traumatol* 14: 16-20.
68. Kazemi RB, Stenman E, Spangberg LSW (1996). Machining efficiency and wear resistance of NiTi endodontic files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 81: 596-602.
69. Keate KC, Wong M (1990). A comparison of endodontic file tip quality. *J Endod* 16: 486-91.
70. Keçeci AD, Kaya Üreyen B, Çelik Ünal G (2006). Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında kullanılan farklı tekniklerin etkinliklerinin araştırılması. *GÜ Dişhek Fak Derg* 23: 17-23.
71. Kerekes K, Tronstad L (1977). Morphometric observations on the root canals of human molars. *J Endod* 3: 114-8.
72. Kim S (1997). Principles of endodontic microsurgery. *Dent Clin North Am* 41: 481-97.
73. Kleier DJ (1984). Nonsurgical retreatment of a postsurgical endodontic failure. *J Endod* 10: 577-9.
74. Kosa DA, Marshall G, Baumgartner JC (1999). An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. *J Endod* 25: 441-5.
75. Kosti E, Lambrianidis T, Economides N, Neofitou C (2006). Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. *Int Endod J* 39: 48-54.
76. Krupp JD, Brantley WA, Gerstein H (1984). An investigation of torsional and bending properties of seven brands of endodontic files. *J Endod* 10: 372-80.

77. Kuttler S, Garala M, Perez R, Dorn SO (2001). The endodontic cube: a system designed for evaluation of root canal anatomy and canal preparation. *J Endod* 27: 533-6.
78. Kum Y, Spangberg L, Cha BY, Il-Young J, Msd, Seung-Jong L, Chan-Young L (2000). Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod* 26: 719-23.
79. Kvist T, Reit C (1999). Results of endodontic retreatment: a randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. *J Endod* 25: 814-7.
80. Ladley RW, Campbell AD, Hicks ML, Li SH (1991). Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. *J Endod* 17: 221-4.
81. Lautenschlager EP, Jacobs JJ, Marshall GW, Heuer MA (1977). Brittle and ductile torsional failures of endodontic instruments. *J Endod* 3: 175-8.
82. Lee DH, Park B, Saxena A, Serene TP (1996). Enhanced surface hardness by boron implantation in nitinol alloy. *J Endod* 22: 543-6.
83. Leseberg DA, Montgomery S (1991). The effects of Canal Master, Flex-R, and K-Flex instrumentation on root canal configuration. *J Endod* 17: 59-65.
84. Machtou P, Sarfati P, Cohen AG (1989). Post removal prior to retreatment. *J Endod* 15: 552-4.
85. Marsicovetere ES, Clement DJ, del Rio CE (1996). Morphometric video analysis of the engine-driven NiTi lightspeed instrument system. *J Endod* 22: 231-5.
86. Masiero AV, Barletta FB (2005). Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J* 38: 2-7.
87. McCann JT, Keller DL, LaBounty GL (1990). A modification of the muffle model system to study root canal morphology. *J Endod* 16: 114-5.
88. McCann JT, Keller DL, LaBounty GL (1990). Remaining dentin/cementum thickness after hand or ultrasonic instrumentation. *J Endod* 16: 109-13.

89. Miglani S, Gopikrishna V, Parameswaran, Kandaswamy D, Kirithika (2004). Canal centering ability of two Nickel-Titanium rotary systems compared with SS hand instrumentation in curved canals using Kuttler's endodontic cube - An in vitro study. *Endodontology* 16: 42-49.
90. Miserendino LJ, Moser JB, Heuer MA, Osetek EM (1985). Cutting efficiency of endodontic instruments. I. A quantitative comparison of the tip and fluted region. *J Endod* 11: 435-41.
91. Miserendino LJ, Moser JB, Heuer MA, Osetek EM (1986). Cutting efficiency of endodontic instruments. II. An analysis of the design of the tip. *J Endod* 12: 8-12.
92. Moiseiwitsch JR, Trope M (1998). Nonsurgical root canal therapy treatment with apparent indications for root-end surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 86: 335-40.
93. Moshonov J, Trope M, Friedman S (1994). Retreatment efficacy 3 months after obturation using glass ionomer cement, zinc oxide-eugenol, and epoxy resin sealers. *J Endod* 20: 90-2.
94. Mounce R (2004). Current concepts in gutta-percha removal in endodontic retreatment. *N Y State Dent J* 70: 32-5.
95. Nair PN, Sjogren U, Krey G, Sundqvist G (1990). Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *J Endod* 16: 589-95.
96. Neal RG, Craig RG, Powers JM (1983). Effect of sterilization and irrigants on the cutting ability of stainless steel files. *J Endod* 9: 93-6.
97. Nordenram A, Svardstorm G (1970). Results of apicectomy. A clinical radiological examination. *Sweden Dental J* 63: 593-604.
98. Paque F, Barbakow F, Peters OA (2005). Root canal preparation with Endo-Eze AET: changes in root canal shape assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 38: 456-64.

99. Persson G (1973). Prognosis of reoperation after apicectomy. A clinical-radiological investigation. *Sweden Dental J* 66: 49-68.
100. Peters OA, Barbakow F (2002). Dynamic torque and apical forces of ProFile.04 rotary instruments during preparation of curved canals. *Int Endod J* 35: 379-89.
101. Peters OA, Laib A, Gohring TN, Barbakow F (2001). Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod* 27 :1-6.
102. Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F (2000). Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res* Jun 79: 1405-9.
103. Peters OA, Peters CI (2006). Cleaning and shaping of the root canal system. Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of the Pulp, 9th ed, St Louis Elseiver, USA.
104. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F (2003). ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J* 36: 86-92.
105. Peters OA, Schonenberger K, Laib A (2001). Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J* 34: 221-30.
106. Powell SE, Simon JHS, Maze B (1986). A comparison of the effect of modified and nonmodified instrument tips on apical canal configuration. *J Endod* 12: 293-300.
107. Powell SE, Wong PD, Simon JHS (1988). A comparison of the effect of modified and nonmodified instrument tips on apical canal configuration. Part II. *J Endod* 14: 224-8.
108. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL (1997). Cyclic fatigue testing of Nickel-Titanium endodontic instruments. *J Endod* 23: 77-85.

109. Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV (1999). Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J* 32: 165-70.
110. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG (1985). The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 11: 203-11.
111. Robert J. Frank (1994). Endodontic mishaps: their detection, correction, and prevention. Ingle JI, Bakland LK, Endodontics, 4th ed, Williams & Wilkins, USA, p.820.
112. Rodig T, Hülsmann M, Muhge M, Schafers F (2002). Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 35: 919-28.
113. Ruddle CJ (1988). Endodontic failures: the rationale and application of surgical retreatment. *Rev Odontostomatol* 17: 511-69.
114. Ruddle CJ (1991). Surgical endodontic retreatment. *J Calif Dent Assoc* 19: 61-7.
115. Ruddle CJ (1997). Microendodontic nonsurgical retreatment. *Dent Clin North Am* 41: 429-54.
116. Ruddle CJ (1997). Nonsurgical endodontic retreatment. *J Calif Dent Assoc* 25: 769-75.
117. Ruddle CJ (2002). Nonsurgical endodontic retreatment. Cohen S, Burns RC, Pathways of the Pulp, 8th ed, St Louis, Mosby, USA, p.875-929.
118. Ruiz-Hubard EE, Gutmann JL, Wagner MJ (1987). A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *J Endod* 13: 554-8.
119. Sabala CL, Roane JB, Southard LZ (1988). Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. *J Endod* 14: 59-64.

120. Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL (2000). Effectiveness of ProFile .04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod* 26: 100-4.
121. Schafer E (2001). Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments and stainless steel hand K-Flexofiles in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod* 92: 215-20.
122. Schafer E, Erler M, Dammaschke T (2005). Influence of different types of automated devices on the shaping ability of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments. *Int Endod J* 38: 627-36.
123. Schilder H (1967). Filling the root canals in three-dimensions. *Dent Clin North Am* 723-44.
124. Schilder H (1976). Canal debridement and disinfection. Cohen S, Burns RC. *Pathways of the Pulp*. St Louis: Mosby, USA, p. 111-33.
125. Schirrmeister JF, Hermanns P, Meyer KM, Goetz F, Hellwig E (2006). Detectability of residual Epiphany and gutta-percha after root canal retreatment using a dental operating microscope and radiographs—an ex vivo study. *Int Endod J* 39: 558-65.
126. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E (2006). Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod* 101: 542-7.
127. Schneider SW (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 32: 271-5.
128. Schuur AH, Moorer WR, Wesselink PR (2004). Solvents for the removal of gutta-percha from root canals. 2. Side effects of chloroform, halothane and xylene. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 111: 303-6.
129. Scianamblo MJ (1988). Endodontic failures: the retreatment of previously endodontically treated teeth. *Rev Odontostomatol* 17: 409-23.

130. Seto BG, Nicholls JI, Harrington GW (1990). Torsional properties of twisted and machined endodontic files. *J Endod* 16: 355-60.
131. Shoji Y (1965). Study on the mechanism of the mechanical enlargement of root canals. *J Nihon Univ School Dent* 7: 71-8.
132. Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K (1990). Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 16: 498-504.
133. Smith CS, Setchell DJ, Harty FJ (1993). Factors influencing the success of conventional root canal therapy – a five year retrospective. *Int Endod J* 26: 321-33.
134. Song YL, Bian Z, Fan B, Fan MW, Gutmann JL, Peng B (2004). A comparison of instrument-centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques. *Int Endod J* 37: 265-71.
135. Southard DW (1999). Immediate core build up of endodontically treated teeth: the rest of the seal. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 11: 519-26.
136. Spangberg L (2002). Instruments, materials, and devices. Cohen S, Burns RC, Pathways of the Pulp, 8th ed, Mosby, USA, p. 534-535.
137. Stabholz A, Friedman S (1988). Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J Endod* 14: 607-14.
138. Stabholz A, Friedman S, Tamse A (1994). Endodontic failures and retreatment. Cohen S, Burns RC. Pathways of Pulp. 6th ed, St Louis, Mosby, USA, p. 690-728.
139. Stenman E, Spangberg LSW (1990). Machining efficiency of endodontic files: a new methodology. *J Endod* 16: 151-7.
140. Stewart GG (1975). Calcium hydroxide-induced root healing. *J Am Dent Assoc* 90: 793-800.
141. Tamse A, Unger U, Metzger Z, Rosenberg M (1986). Gutta-percha solvents - a comparative study. *J Endod* 12: 337-9.

142. Tamse A, Pilo R (1998). A new muffle model system to study root canal morphology and instrumentation techniques. *J Endod* 24: 540-2.
143. Taşdemir T, Aydemir H, İnan U, Ünal O (2005). Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assesses using computed tomography. *Int Endod J* 38: 402-8.
144. Teplitsky PE, Rayner D, Chin I, Markowsky R (1992). Gutta percha removal utilizing GPX instrumentation. *J Can Dent Assoc* 58:53-8.
145. Thompson SA, Dummer PMH (2000). Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J* 33: 248-54.
146. Thompson SA, Dummer PMH (2000). Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J* 33: 255-61.
147. Torabinejad M, Ung B, Kettering JD (1990). In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod* 16: 566-9.
148. Vajrabhaya LO, Suwannawong SK, Kamolroongwarakul R, Pewklieng L (2004). Cytotoxicity evaluation of gutta-percha solvents: Chloroform and GP-Solvent (limonene). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 98: 756-9.
149. van T Himel, John T. McSpadden, and Harold E. Goodis (2006). Instruments, Materials and Devices. Cohen S, Hargreaves KM, Pathways of the Pulp, 9th ed, St Louis Elseiver, USA, p. 248.
150. Villalobos RL, Moser JB, Heuer MA (1980). A method to determine the cutting efficiency of root canal instruments in rotary motion. *J Endod* 6: 667-71.
151. Walia H, Brantley WA, Gerstein H (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod* 14: 346-51.

152. Walker TL, del Rio CE (1989). Histological evaluation of ultrasonic and sonic instrumentation of curved root canals. *J Endod* 15: 49-59.
153. Walton RE (1976). Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod* 2: 304-11.
154. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ (1975). The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1: 255-62.
155. Wennberg A, Orstavik D (1989). Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. *Endod Dent Traumatol* 5: 234-7.
156. West JD (1975). The relation between the three-dimensional endodontic seal and endodontic failure, master's thesis, Boston, , Boston University.
157. West NM, Lieb RJ (1985). Biologic root-end closure on a traumatized and surgically resected maxillary central incisor: an alternative method of treatment. *Endod Dent Traumatol* 1: 146-9.
158. Wilcox LR (1989). Endodontic retreatment: ultrasonics and chloroform as the final step in reinstrumentation. *J Endod* 15: 125-8.
159. Wilcox LR (1995). Endodontic retreatment with halothane versus chloroform solvent. *J Endod* 21: 305-7.
160. Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B (1987). Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *J Endod* 13: 453-7.
161. Wilcox LR, Juhlin JJ (1994). Endodontic retreatment of Thermafil versus laterally condensed gutta-percha. *J Endod* 20: 115-7.
162. Wilcox LR, Swift ML (1991). Endodontic retreatment in small and large curved canals. *J Endod* 17: 313-5.
163. Wilcox LR, van Surksun R (1991). Endodontic retreatment in large and small straight canals. *J Endod* 17: 119-21.

164. Yang GB, Zhou XD, Zhang H, Wu HK (2006). Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. *Int Endod J* 39: 791-799.
165. Zuckerman O, Katz A, Pilo R, Tamse A, Fuss Z (2003). Residual dentin thickness in mesial roots of mandibular molars prepared with Lightspeed rotary instruments and Gates-Glidden reamers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 96: 351-5.
166. Zuolo ML, Imura N, Ferreira MO (1994). Endodontic retreatment of Thermafil or lateral condensation obturations in post space prepared teeth. *J Endod* 20: 9-12.
167. http://www.vdw-dental.com/produkte_e/index.html
168. <http://www.miltex.com/liberator/libindex.htm>
169. <http://www.fkg.ch/e/instruments/home.asp>
170. <http://www.sybronendo.com/products/k3NiTiFiles/index.cfm>
171. <http://www.micro-mega.com/anglais/produits/hero642/index.php>
172. <http://www.micro-mega.com/anglais/produits/heroshaper/index.php>
173. <http://www.micro-mega.com/anglais/produits/heroapical/index.php>
174. <http://www.micro-mega.com/anglais/produits/r-endo/index.php>
175. Department of Health and Human Services (1993). Hazardous Substances Data Bank (HDSB, online database). National Toxicology Information Program, National Library of Medicine, Bethesda, MD, USA.