T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

EPİPHANY OBTURASYON SİSTEMİ İLE KÖK KANAL DOLGULARI YAPILAN DİŞLERDE COMPUTED TOMOGRAPHY İLE BOŞLUK ÖLÇÜMLERİNİN VE KIRILMA DİRENÇLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Betül ÖZÇOPUR

Danışman
Doç. Dr. Hale ARI

KONYA-2007

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI
SABE PROJE NO: 05102006

EPİPHANY OBTURASYON SİSTEMİ İLE KÖK KANAL DOLGULARI YAPILAN DİŞLERDE COMPUTED TOMOGRAPHY İLE BOŞLUK ÖLÇÜMLERİNİN VE KIRILMA DİRENÇLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ
Betül ÖZÇOPUR

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından 02/07/2007 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oybirliği* ile kabul edilmiştir. (S.B.E. Yön.Kur. Karar tarih ve No:.....)

Tez Jürisi:

Jüri başkanı: Prof.Dr. Mete ÜNGÖR

Danışman: Doç.Dr. Hale ARI

Üye: Prof.Dr. Sema BELLİ

Üye: Doç.Dr. Funda KONT ÇOBANKARA

Üye: Yrd.Doç.Dr. Atilla Gökhan ÖZYEŞİL

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ **1**

2. LİTERATÜR BİLGİ **3**

2.1. Endodontik tedavili dişlerde dikey kök kırığı ve etyolojisi 4

2.2. Rezin esaslı kanal dolgu patlarının endodontik tedavideki yeri 6

2.3. Epiphany obturasyon sistemi 13

2.4. Kök kanal dolgu patlarında sızıntı, bağlanma dayanımı ve kırılma direncini inceleme metotları 15

2.5. Multislice Computed Tomography 20

3. MATERYAL ve METOT **24**

3.1. Örneklerin hazırlanması 26

3.2. CT cihazında boşluk hacim analizi 28

3.3. Kırma deneyinin uygulanması 32

4. BULGULAR **43**

4.1. Boşluk hacim ölçümü deneyi test sonuçları 43

4.2. Kırma deneyi test sonuçları 44

5. TARTIŞMA ve SONUÇ **52**

6. ÖZET **67**

7. SUMMARY **69**

8. KAYNAKLAR **71**

9. ÖZGEÇMİŞ **92**

10. TEŞEKKÜR **93**

KISALTMALAR

CT: Computed Tomography

MCT: Multislice CT

SCT: Spiral CT

HCT: Helical CT

EDTA: etilendiamintetraasetikasit

NaOCl: sodyum hipoklorit

3D: 3 boyutlu

mm: milimetre

ml: mililitre

πm: mikrometre

Ph: $-\log H^{+}$

°C: santigrad derece

ISO: International Standarts Organisation

dak: dakika

sn: saniye

$Ca(OH)_2$: kalsiyum hidroksit

kPa: kilo Pascal

kV: kilo Volt

mA/ref: miliAmper/referance

BL: bukko-lingual

MD: mezio-distal

K: kompleks

Ort ± SS: ortalama ± standart sapma

mm^3: milimetre küp

N Newton

Min-Max: minimum-maksimum

LSD: asgari önemli fark

RESİM LİSTESİ

Resim 3.1. Epiphany Obturasyon Sistemi…….....24

Resim 3.2. AH Plus kanal dolgu patı …….25

Resim 3.3. MCT cihazı ……...……25

Resim 3.4. ELİSTA test cihazı ……26

Resim 3.5. MCT cihazında taranan örneğin bilgisayar üzerine aktarılması……29

Resim 3.6. MCT cihazında kesit kalınlığının belirlenmesi…… 29

Resim 3.7. MCT cihazında reformasyon işlemi……...30

Resim 3.8. MCT cihazında taranan örneğin reformat görüntüsü…… 30

Resim 3.9. Boşluk ölçümü yapmak için koronal üçlüden alınan horizontal diş kesiti…….31

Resim 3.10. Boşluk ölçümü yapmak için orta üçlüden alınan horizontal diş kesiti…….....32

Resim 3.11. Diş hacim ölçümü yapmak için koronal üçlüden alınan horizontal diş kesiti…..33

Resim 3.12. Diş hacim ölçümü yapmak için orta üçlüden alınan horizontal diş kesiti……33

Resim 3.13. BL ve MD dentin kalınlıkları ölçmek için koronal üçlüden alınan horizontal diş kesiti…...……...……...……...34

Resim 3.14. BL ve MD dentin kalınlıkları ölçmek için orta üçlüden alınan horizontal diş kesiti…..…….....34

Resim 3.15. Kırma cihazı test düzeneği…….. 35

Resim 3.16. Kırma deneyi sonrası örnekler…….……36

Resim 3.17. BL, MD ve K kırılma yönleri gösteren örnekler…….37

Resim 3.18. Guta perka-Epiphany grubuna ait örnekte stereomikroskop görüntüsü……...38

Resim 3.19. Guta perka-Epiphany grubuna ait örnekte CT görüntüsü…….....38

Resim 3.20. Guta perka-AH Plus grubuna ait örnekte stereomikroskop görüntüsü…….39

Resim 3.21. Guta perka-AH Plus grubuna ait örnekte CT görüntüsü……..39

Resim 3.22. Resilon-AH Plus grubuna ait örnekte stereomikroskop görüntüsü…… 40

Resim 3.23. Resilon-AH Plus grubuna ait örnekte CT görüntüsü……...40

Resim 3.24. Resilon-Epiphany grubuna ait örnekte stereomikroskop görüntüsü……41

Resim 3.25. Resilon-Epiphany grubuna ait örnekte CT görüntüsü……..41

Resim 3.26. Guta perka grubuna ait örnekte stereomikroskop görüntüsü…….....42

Resim 3.27. Guta perka grubuna ait örnekte CT görüntüsü…….....42

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 4.1. Kırılma değerleri ve gruplar arası dağılımı……..…….50

TABLO ve ŞEKİL LİSTESİ

Tablo 4.1. Boşluk hacim değerleri ve istatistiksel test sonuçları 43

Tablo 4.2. BL, MD dentin kalınlığı ve kök boyu olarak ölçülen değerlerin grup ortalamaları ve standart sapmaları (Ort±SS), Min-Max değerleri ve dişler arasında anlamlı fark olup olmadığını gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları 45

Tablo 4.3. Diş hacim değerleri ve istatistiksel test sonuçları 45

Tablo 4.4. Kırılma yönlerinin gruplar arası dağılımı ve kırılma yönleri-dentin kalınlıkları arasındaki istatistiksel analiz sonuçları 47

Tablo 4.5. BL dentin kalınlıkları ve gruplar arası istatistiksel test sonuçları 48

Tablo 4.6. MD dentin kalınlıkları ve gruplar arası istatistiksel test sonuçları 49

Tablo 4.7. Kırma deneyi sonuçları ve LSD analiz bulguları 50

1. GİRİŞ

Günümüzde yaşam standartlarının artması ve insanların ağız ve diş sağlığıyla ilgili bilinçlenmelerine bağlı olarak endodontik tedaviye verilen önemde artmaktadır. Endodontik tedavinin amacı, dişin ağızda fonksiyonel kullanımına olanak vermenin yanında uzun dönem prognozu açısından sızıntıya karşı iyi bir tıkama sağlamak ve kalan diş yapısının direncini artırmaktır.

Kök kanal dolgu maddesinin diş yapısına bağlanabilme yeteneği, dişin direncini artırmada ve sızıntıyı engellemede önemli bir role sahiptir. Kanal dolgu patı ve kök dentini arasında kimyasal bağlantı oluşması, mekanik bağlantıya oranla daha iyi bir tıkama oluşturacaktır. Ancak günümüze kadar kullanılan pek çok kanal dolgu patı kimyasal bağlantı sağlayacak özelliklere sahip değildir (PittFord 1979, Saunders ve Saunders 1994). Apikal ve koronal tıkamadaki ilerlemeler, kök kanal dolgu materyalinin intraradiküler dentinle monoblok yapı oluşturmasını sağlayarak, ideal bir kök kanal dolgusunun yapılmasını hedeflemektedir (Ray ve Trope 1995, Teixeira ve ark 2004).

Monoblok yapı oluşumu restoratif tedavide self-etch dentin adezivleri ve uygun metakrilat esaslı rezin simanlarla sağlanabilirken, endodontik tedavide kullanılan geleneksel dental guta perka ve çinko oksit öjenol, epoksi rezin, kalsiyum hidroksit ($Ca(OH)_2$) ya da camiyonomer esaslı kanal dolgu patları arasında tam bir bağlantı sağlanamamaktadır (Lee ve ark 2002, Saleh ve ark 2003, Tagger ve ark 2003a).

Son zamanlarda koronal restorasyonlarda kullanılan çağdaş adeziv stratejiler, kök kanalı ve kanal dolgu materyali arasında mikrosızıntıyı elimine etmek ve kalan diş yapısını güçlendirmek amacıyla, endodontik amaçlı materyallerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Araştırmacılar piyasaya yeni sunulan Epiphany obturasyon sisteminin rezin esaslı kanal dolgu patı veya bonding ajanıyla birlikte kullanıldığında kök kanalı içinde, dentinal duvarlarla birlikte monoblok yapı oluşturarak iyi bir bağlantı sağlayacağını söylemektedirler (Shipper ve ark 2004, Teixeira ve ark 2004, Shipper ve ark 2005).

Kök Kanal dolgusunu değerlendirmek amacıyla çok çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Kök kanal duvarına bağlanma dayanımını ölçmek amacıyla tensile (Imai ve Komabayashi 2002), shear (Gogos ve ark 2003), push-out (Arı ve Özçopur 2006) ve kırma testleri (Teixeira ve ark 2004) kullanılırken, mikrosızıntının incelenmesi yöntemiyle kök kanal dolgusunun kalitesini değerlendiren farklı metotlar mevcuttur (Matloff ve ark 1982, Starkey ve ark 1993, Chailertvanitkul ve ark 1996). Ancak yaygın olarak kullanımlarına rağmen bu metotlar objektif bir analiz yapılmasında yetersiz kalmaktadır. Bunun nedeni bu çalışmalarda kullanılan stereomikrograflar, otoradyograflar ya da elektron mikrograflarının kişinin yorumuna göre değişebilmesidir (Haikel ve ark 1999). Benzer şekilde kök kanal dolguları yapılan dişlerde farklı metotlarla tıkama kabiliyetlerinin incelenmesinde metotlar arası farkın önemli olmadığı bulunmuştur (Delivanis ve Chapman 1982). Bu nedenle daha objektif ve sayısal bulgu verebilecek yeni metotların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan Multislice Computed Tomography' nin (MCT) kök kanal dolgulu dişlerde boşluk ölçümünün değerlendirilmesinde kullanılmasının objektif sonuçlar vereceği düşünülmektedir. İlk MCT sistemleri 1998 yılında kullanıma girmiştir (Katada 2002). MCT çene anatomisini ve lezyonlarını ayrıntılı olarak gösteren bir incelemedir (Abrahams 1993, Abrahams ve Berger 1998, Abrahams 2001). CT endodontide çeşitli kök kanal aletleriyle preparasyonun değerlendirilmesi (Garip ve Günday 2001, Uyanık Ozgur ve ark 2006), periapikal lezyonların teşhisi (Nakata ve ark 2006) ve C-şekilli kanalların incelenmesinde kullanılmıştır (Jin ve ark 2006).

Bu çalışmanın amacı guta perka ve Epiphany obturasyon sistemi ile farklı iki kanal dolgu patı kullanılarak kök kanal dolguları yapılan dişlerde; MCT cihazı kullanılarak kanal dolgusu ve kök kanal duvarı arasında olması muhtemel boşlukların hacimsel ölçümünün karşılaştırılması ve MCT cihazında ölçülen diş hacimleri, bukko-lingual (BL) ve mezio-distal (MD) dentin kalınlıkları parametreleri kullanılarak, gruplar arasında köklerin kırılma dirençleri arasındaki farkın değerlendirilmesidir.

2. LİTERATÜR BİLGİ

Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan preparasyon tekniği, irrigasyon solüsyonu, kanal içi medikament ya da kök kanal dolgu materyali hem dişte bağlantı dayanımının artırılmasında hem de oral kavite ve periradiküler dokular arasında oluşabilecek sızıntıya karşı apikal ve koronal yönde iyi bir tıkama sağlanmasında önemli role sahiptir (Ari ve ark 2003, Shipper ve ark 2004, Teixeira ve ark 2004, Lam ve ark 2005, Wang ve ark 2006, Stratton ve ark 2006).

Uygun şekilde prepare edilen kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak doldurulması, endodontik tedavinin en önemli amaçlarından biridir. Güncel biyolojik görüşe göre kök kanal dolgusu görevini dört şekilde yerine getirir: (i) oral kavite ve periradiküler dokular arasındaki ilişkinin kesilmesi (koronal sızıntının engellenmesi), (ii) kök kanal sisteminde kalan mikroorganizmaların eliminasyonu, (iii) periapikal dokulardan sıvı geçişinin önlenmesi ve (iv) kök kanal duvarıyla iyi bağlantı sağlayarak dişin direncinin artırılması (Trope ve Ray 1992, Sundqvist ve Fidgor 1998).

Endodontik tedavi amaçlı kullanılan pek çok materyalin yanında bu materyallerin test edilmesi için geliştirilen çok sayıda yöntem de bulunmaktadır. Sonuç olarak araştırmaların tümünde amaç başarılı bir endodontik tedaviye imza atmaktır. Guta perka, çeşitli kök kanal dolgu patlarıyla birlikte kök kanal dolgusunda kullanılan en yaygın materyaldir. Çalışmalar guta perkanın termal özelliklerinin kök kanal sistemi boşluklarına iyi adapte olabilir nitelikte olduğunu göstermiştir (Schilder ve ark 1974b, Weller ve ark 1997). Materyalin kimyasal yapısı bozulmadan ısıyla şekil değiştirebilir (Cohen ve ark 1992). Termoplastik yöntemle guta perkanın obturasyonunun kök kanal sistemini tam olarak tıkamada etkili olduğu belirtilmiştir (Schilder ve ark 1974a, Jacobson ve ark 2002). Guta perkanın kanal dolgu patı kullanılarak sıcak vertikal kondensasyonunun yanında (Lee ve ark 2002) , artan açılı guta perkaların üretilmesiyle tek kon tekniğiyle kanal dolgusu yapımı da gündeme gelmiştir (Gordon ve ark 2005). Ancak guta perka ve klinikte geleneksel olarak kullanılan kök kanal dolgu patı kombinasyonlarının kullanılmasıyla başarılı bir tıkama sağlamak oldukça zor görünmektedir. Kök kanal dolgu patı kök kanalı duvarlarına bağlanabilmelidir (Fujishima ve Imai 1992, Leonard ve ark 1996, Ahlberg ve Tay 1998). Bu amaçla kök kanalı dentinine adeziv bağlantı sağladığı düşünülen camiyonomer esaslı kök kanal dolgu

patları üretilmiştir (Powis ve ark 1982). Camiyonomer esaslı kanal dolgu patlarının dentin duvarına olan bağlantısının yanında guta perkaya olan bağlantısını da artırmak amacıyla patla kimyasal adezyon oluşturacağı düşünülen camiyonomer doldurucu içeren guta perka konlar üretilmiştir (Activ GP, Brasseler USA, Savannah, GA). Bununla birlikte endodontik tedavi amaçlı son yenilikler rezin esaslı ve dual-cure kullanılabilen kanal dolgu patlarının piyasaya sunulması olmuştur. Rezin içerikli patların kök dentinine iyi bağlantı sağlayacağının düşünülmesi (Imai ve Komabayashi 2003, Gogos ve ark 2004) yanında, rezinle kaplanmış guta perka kullanımıyla birlikte iyi bir tıkama sağlanması da amaçlanmıştır (Gillespie ve ark 2006). Endodontik tedavide tam bir tıkama sağlamak için guta perka içeriğinde yapılan değişikliklerle birlikte, diş ve kanal dolgusu arasında monoblok yapı oluşturmak amacıyla, tamamen rezin içeriğe sahip olan Resilon kök kanal dolgu maddesinin geliştirilmesi endodontik tedavi açısından önemli bir gelişme olmuştur (Teixeira ve ark 2004).

2.1. Endodontik tedavili dişlerde dikey kök kırığı ve etyolojisi

Dikey kök kırıkları endodontik tedavili dişlerde karşılaşılan en önemli başarısızlık nedenlerinden biridir (Pitts ve ark 1983, Lertchirakarn ve ark 1999). Klinik ve deneysel pek çok çalışma dikey kök kırığının seyrini ve nedenlerini belirlemede rehberlik etmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen devamlı gözlemler mutlaka dişi ya da kökü içeren ve sıklıkla BL yönde oluşan kırıkların baskın olduğudur (Walton ve ark 1984, Holcomb ve ark 1987, Saw ve Messer 1995, Selden 1996, Lertchirakarn ve ark 1999).

Endodontik tedavili dişlerde dikey kök kırığı oluşması riskinin artmasının en önemli sebebi olarak; dişin anatomik ve morfolojik yapısı (Testori ve ark 1993, Tamse ve ark 1999), dişte restoratif ve endodontik tedavilere bağlı olarak artan madde kaybı (Owen 1986, Reeh ve ark 1989, Hansen ve ark 1990, Steele ve Johnson 1999), vitalite kaybına bağlı diş yapısındaki değişiklikler (Helfer ve ark 1972), tedavi sırasında yapılan hatalar (Ross FI 1980, Obermayr ve ark 1991, Blum ve ark 1998), kök kanal dolgusu sırasında oluşan stresler (özellikle lateral kondensasyon) ya da kök kanalına yerleştirilen postlar (Wechsler ve ark 1978, Meister ve ark 1980, Pitts ve ark 1983, Holcomb ve ark 1987, Tamse 1988, Saw ve Messer 1995, Lertchirakarn ve ark 1999) görülmektedir.

Vaka raporlarından ve protetik tedavisi yapılan hastaların kontrol seanslarından elde edilen verilere göre farklı populasyonlarda dikey kök kırığı görülme sıklığı %2-%5 arasında değişmektedir (Meister ve ark 1980, Bergman ve ark 1989, Morfis 1990, Testori ve ark 1993, Torbjorner ve ark 1995). Endodontik tedavi görmüş dişlerde dikey kök kırığı en çok mandibular kesicilerde daha sonra mandibular molarların mezial köklerinde görülmektedir (Lertchirakarn ve ark 1999). Klinik vaka incelemesinde ise dikey kök kırığı oranının premolar dişlerde %52, maksiller ikinci premolarlarda %27 ve molarların mezial köklerinde %77 olduğu rapor edilmiştir (Tamse ve ark 1999).

Kök kanal preparasyonu sırasında radiküler dentinin fazla miktarda kaldırılması ve kalan dentin miktarı dişin dayanımında direk etkiye sahiptir (Wilcox ve ark 1997, Rundquist ve Versluis 2006). Bunun yanında irrigasyon solüsyonu olarak yüksek konsantrasyonda sodyum hipoklorit (NaOCl) uygulanması ve ara seanslarda uzun süreli $Ca(OH)_2$ kullanılması da dişin zayıflamasına neden olur (Sim ve ark 2001, Andreasen ve ark 2002). Apicella ve ark (1999) kök kanalının doldurulması sırasında uygulanan kuvvetin yönünün dişte kırılmaya direnci ekileyeceğini söylerken, Trope ve Ray (1992) tek kon tekniği kullanımının daha az stres oluşturacağı için kırılmaya dirençte artış sağlanacağını belirtmişlerdir. Lertchirakarn ve ark (2002) ise kullanılan kök kanal dolgu patının dişle bağlanabilme özelliklerinin dişi güçlendirmede önemli olduğunu rapor etmişlerdir. Kök kanallarının doldurulması sırasında uygulanan işlemlerin dişin kırılma dayanımında etkili olmasının yanı sıra, kök morfolojileri ve kanal kurvatürleri gibi yapısal faktörlerde dişlerde kırılmaya dayanımı değiştirebilir (Lertchirakarn ve ark 1999).

Obermayr ve ark (1991) diş yapısındaki anatomik ve morfolojik varyasyonların dişlerin mekanik özelliklerini etkileyeceğini söylemişlerdir. Dentin kalınlığı, kanal kurvatür çapı ve eksternal kök morfolojisi kırılmaya yatkınlığı etkileyen faktörlerdir (Lertchirakarn ve ark 2003). Dentin ne kadar ince olursa diş kırılmaya o kadar yatkın olacaktır (Wilcox ve ark 1997). Düşük kanal kurvatür yarıçapı stres artışını ve dolayısıyla dişin kırılganlığını etkiler (Callister 2003). Sonlu elemanlar analizi (FEA) modelinde kök dış yüzeyi morfolojisinin kırılma yönlerini belirleme de önemli bir faktör olduğu gösterilmiştir (Lertchirakarn ve ark 2003). Ancak yapılan çalışmalar proksimal dentin kalınlığının daha ince olmasına rağmen, oluşan kök kırıklarının çoğunluğunun BL yönde olduğunu göstermektdir (Lertchirakarn ve ark 1999). Sathorn ve ark (2005a) prepare kök kanal çapının kırılmaya yatkınlığı ve kırık tipini nasıl etkileyeceğini incelemişler ve en

önemli kriterin dentin kalınlığı olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar proksimal yüzey konkavitesinin kırığa yatkınlığı etkilemediğini ancak kök yüzeyi, kanal çapı ve şeklinin kırığın yönünü belirlemede birbiriyle etkileşim içinde olabileceğini vurgulamışlardır. Dişin kırılmaya yatkınlığında yapısal faktörlerin rolü her ne kadar çok büyük birer faktör olsa da, kök kanal peparasyonunda kanal boşluğunun yuvarlak bir şekilde bitirilmesi ve mümkün olduğunca az dentin kaldırılması gibi hekime bağlı faktörler de göz ardı edilmemelidir (Lertchirakarn ve ark 1999, Sathorn ve ark 2005a).

Dikey kök kırığı olan endodontik tedavili dişlerin neredeyse hepsi çekimle sonuçlanmaktadır (Oliet S 1984, Vertucci 1985, Trope ve Ray 1992, Selden 1996). Dişte dikey kök kırığına karşı direncin artırılması ya da yatkınlığın azaltılması klinisyen açısından değişkenlerin çokluğu nedeniyle zor olmasına rağmen, kök kanalı preparasyonu ya da doldurulmasıyla ilgili işlemlerde dikkat edilmesi ve uygun materyal seçiminin, dişin uzun dönem prognozu açısından önem taşıdığı pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır (Reeh ve ark 1989, Trope ve Ray 1992, Steele ve Johnson 1999, Johnson ve ark 2000, Sathorn ve ark 2005b, Rundquist ve Versluis 2006). Bunun yanında koronal restorasyon, başarılı bir endodontik tedavinin son aşamasıdır ve seçilen materyal dişin kırılmaya dayanımını ve sızıntıya karşı direncini artırmada önemlidir (Hernandez ve ark 1994, Barthel ve ark 2001).

2.2. Rezin esaslı kanal dolgu patlarının endodontik tedavideki yeri

Kök kanal sisteminin tamamen doldurulması tedavinin başarısı için vazgeçilmez unsurdur. Ancak guta perka ve klinikte genel olarak kullanılan kök kanal dolgu patları ile bunun başarılması oldukça zor görünmektedir. Kök kanalının tam olarak tıkanması için kök kanal dolgu patı ya da rezininin kök kanalı duvarlarına iyi bağlanabilmesi gerekmektedir (Fujishima ve Imai 1992, Leonard ve ark 1996, Ahlberg ve ark 1998).

Kanal dolgu patı kök kanal sisteminin guta perkayla doldurulması sırasında çeşitli fonksiyonlar gösterir: lubrikasyon yapar ve ana konun kapamasına yardım eder, guta perka ve kök kanal duvarı arasında birleştirici ajan olarak görev yapar, primer dolgu materyalinin ulaşamadığı anatomik boşlukları doldurur. Kök kanal dolgu patları kök kanal sisteminin doldurulmasında az miktarda kullanılmasına rağmen kök kanal tedavisinin sonucunu etkilediği gözlenmiştir (Orstavik ve ark 1987, Eriksen ve ark 1988).

Endodontik tedavide kullanılan geleneksel kök kanal dolgu patları çinko oksit öjenol esaslı, $Ca(OH)_2$ esaslı, formaldehit, kloroform, camiyonomer ve polimer esaslı kök kanal dolgu patları olarak sınıflandırılabilir (Hauman ve Love 2003).

Çinko oksit öjenol esaslı kanal dolgu patlarının likidini öjenol, tozunu ise çinko oksit oluşturur. Rickert's kanal dolgu patı (Kerr, Romulus, MI, USA), Grossman kanal dolgu patı (Pharmacy, Glasgow, Royal Infirmary, UK), Tubli-Seal (Kerr, Romulus, MI, USA), Roth's 801 (Roth Drug Co., Chicago, IL), Procosol (DenTal-Ez) öjenol esaslı kanal dolgu patları arasındadırlar. Dentin adezyonunu artırmak için bu patlar içerisine Rosin ya da Canada balsam, antimikrobiyal ve sertleşme özelliği için formaldehit, enflamasyonu baskılamak amacıyla kortikosteroid ve antiseptik özellik sağlamak için germisid ajanlar katılmıştır (Hauman ve Love 2003). Yapılan araştırmalarda bu patların fibroblastlar üzerine sitotoksik etkilerinin olduğu (Guigand ve ark 1999) ve kompleman sistemini aktive ederek enflamatuar cevap oluşturduğu bulunmuştur (Serene ve ark 1988). Camiyonomer ve öjenol esaslı iki kanal dolgu patıyla sızıntı açısından yapılan karşılaştırmada benzer sonuçlar elde edilirken (Brown ve ark 1994), çinko oksit öjenol esaslı patların dentin dokusuna $Ca(OH)_2$ esaslı kanal dolgu patlarına göre daha iyi bağlantı sağladıkları rapor edilmiştir (Tagger ve ark 2002). Bunun yanında rezin esaslı bir patla karşılaştırmada öjenol esaslı patın sızıntısının daha fazla olduğu bulunmuştur (Yared ve Dagher 1995). Procosol, Sealapex ve Ketac-Endo kanal dolgu patlarıyla doldurulan nemli kök kanallarında en az boya sızıntısını Procosol, en çok ise Ketac-Endo göstermiştir (Horning ve Kessler 1995). Mickel ve ark (2003), antibakteriyel etkinliklerini değerlendirdikleri farklı içeriğe sahip dört kanal dolgu patı (Roth's 801, Sealapex, Kerr, AH Plus) arasında Roth's 801'in etkinliğinin en fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Sealapex (Kerr, Romulus, MI, USA), CRCS (Hygenic, Akron, USA) ve Apexit (Vivadent Schaan, Liechtenstein) klinikte yaygın olarak kullanılan $Ca(OH)_2$ içeren kök kanal dolgu patlarıdır. Periapikal sert doku oluşumu sağlamaları, biyouyumlu olmaları ve antimikrobiyal özellik taşımaları nedeniyle endodontide kullanılmaktadırlar (Limkangwalmongkol ve ark 1991, Üngör ve ark 1995, Camps ve About 2003). $Ca(OH)_2$ esaslı kanal dolgu patlarının iyon salınımı yapması nedeniyle zaman içinde yapısal bozulmaya uğrayabileceği ve kök kanalını tam olarak tıkamayacağı düşünülmektedir (Tagger ve ark 1988, Hauman ve Love 2003). Bununla birlikte Özata ve ark (1999) farklı

içerikli patlarla (Diaket, Ketac-Endo) karşılaştırıldığında $Ca(OH)_2$ esaslı kanal dolgu patının (Apexit) sızıntı açısından diğerleriyle benzer sonuçlar gösterdiğini bulmuşlardır.

Endometazon (Deproco UK Ltd., Surrey, UK), Rieblert's paste (Amubarut; Wera Karl, Biesingen, Germany) ve N2 (Indrag-Agsa, Losone, Switzerland) gibi kök kanal dolgu patları paraformaldehit içerir. Yapılan in vitro (Spangberg ve Langeland 1973) ve in vivo (Spangberg 1974) çalışmalarda kanal dolgu patlarından salınan formaldehitin toksik olduğu bulunmuştur. Kök kanal tedavisini takiben formaldehitin sistemik yayılımı sonucu hipersensitivite reaksiyonları rapor edilmiştir (Forman ve Ord 1986). Bu nedenle günümüzde formaldehit içerikli kök kanal dolgu patlarının kullanımları tavsiye edilmemektedir.

Chloropercha (Tanrac Ltd., Gävle, Sweden), Kloropercha (Svenska AB, Stockholm, Sweden) ve Kloroperka N-Ø (Union Broach Corp., Long Island City, NY, USA) en çok bilinen kloroform içerikli kök kanal dolgu patlarıdır. Kloroform buharlaşma ya da absorpsiyon sonucu irritasyon oluşturur (Sjögren ve ark 1995). Endodontik tedavi sırasında kullanılan kloroform miktarı vücuda zararlı olmamasına rağmen, yine de endodontik tedavi prosedürlerinde dikkat edilmesi önerilir (Hauman ve Love 2003).

Camiyonomer simanlar 1970'li yılların başında geliştirilmiş ve hidroksiapatite bağlanabilme özellikleriyle dişhekimliğinde çeşitli klinik uygulamalarda kullanılmıştır (Wilson ve Kent 1972). Camiyonomer, silikat cam ve poliakrilik asitin karışımından oluşur ve dentin yapısındaki kalsiyum ile poliakrilik asitin iyonik reaksiyonu sayesinde dentin yapısına kimyasal olarak bağlanır (Powis ve ark 1982). Buna ek olarak biyouyumlu olmaları (Kolokuris ve ark 1996) ve antibakteriyel özelliklerinin bulunması (Leonardo ve ark 2000) nedeniyle endodontik tedavide tercih edilmektedirler. Ketac-Endo (ESPE, Seefeld, Germany) ve Endion (VOCO, Cuxhaven, Germany) en çok kullanılan camiyonomer esaslı kök kanal dolgu patlarıdır. Ketac-Endo kanal dolgu patının sertleşme süresi kısa olduğu için (Miletic ve ark 1999), tozunun distile su ile karıştırılmasıyla elde edilen ve akışkanlığı daha fazla olan Endion kanal dolgu patı geliştirilmiştir. Ancak Ketac-Endo kanal dolgu patının Endion'a oranla daha biyouyumlu olduğu rapor edilmiştir (Beltes ve ark 1997). Ketac-Endo ile yapılan çeşitli çalışmalarda dentine bağlanabilmesi nedeniyle dişlerde kırılmaya direnci artırdığı (Trope ve Ray 1992), apikal sızıntı açısından rezin esaslı AH Plus ve $Ca(OH)_2$ esaslı Sealapex ile aralarında bir fark bulunmadığı rapor

edilmiştir (Zaimoğlu ve ark 1995, Dalat ve Önal 1998). Ancak Lee ve ark (1997) tek kon tekniğiyle kullanılan Ketac-Endo patının Grossman patına göre apikal sızıntısının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Friedman ve ark (1992), Ketac-Endo, AH 26 ve Roth' s 801 kanal dolgu patlarını inceledikleri bir çalışmada Ketac-Endo' nun kök kanalından daha kolay uzaklaştırıldığını bulmuşlardır. Lertchirakarn ve ark (2002) Tubliseal ve AH Plus ile karşılaştırıldığında Ketac-Endo' nun dişin kırılmaya karşı direncini artırmada daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Ray ve Seltzer (1991) Grossman kanal dolgu patı ile karşılaştırdıklarında camiyonomer esaslı patın kök kanalı duvarına adaptasyonunun daha iyi olduğunu bulmuşlardır. Ancak araştırmalardaki yaygın bulgu, çalışma zamanının kısa olması ve sızıntı değerlerinin farklı çalışmalarda varyasyonlar göstermesidir (De Gee ve ark 1994, Ahlberg ve ark 1995, Leonard ve ark 1996).

Epoksi rezin içerikli Sealer 26 (Dentsply Industria Comercio, Ltda. Petropolis RJ, Brazil), AH 26 ve AH Plus (DeTrey Dentsply, Konstanz, Germany), polyhydroxy-ethylmethacrylate içerikli Hydron (Hydron, NPD Dental Systems Inc., New Brunswick, NJ, USA), polyvinyl esaslı Diaket (Diaket-A, ESPE-Premier, Norristown, PA, USA) ve polidimetoksilan esaslı Roeko-Seal (Roeko-Seal, Langenau, Germany), üretan dimetakrilat içerikli EndoREZ (Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT), metakrilat esaslı Fibrefill (Jeneric/Pentron Clinical Technologies, LLC. Wallingford CT) gibi yeni piyasaya sunulan pek çok kök kanal dolgu patı polimer içeriklidir.

Gettleman ve ark (1991) ve Lee ve ark (2002) AH 26 kanal dolgu patı kullandıkları çalışmalarında AH 26' nın dentine ve guta perkaya smear tabakasının varlığından etkilenmeksizin iyi bağlanma gösterdiğini rapor ederken, Seven ve Kırzıoğlu (1989) AH 26 kanal dolgu patının apikal sızıntısının kabul edilebilir derecede az olduğunu bildirmişlerdir. Camiyonomer, öjenol ve $Ca(OH)_2$ esaslı kanal dolgu patlarıyla yapılan bir adezyon çalışmasında Sealer 26 ve AH 26 kanal dolgu patları diğerlerine oranla daha iyi bağlanma dayanımı göstermişlerdir (Tagger ve ark 2003a). Roth's 801 ve AH 26 kanal dolgu patlarıyla kök kanalları doldurulan dişlerde koronal sızıntının incelendiği bir çalışmada araştırmacılar AH 26 kanal dolgu patının daha az sızıntı gösterdiğini rapor etmişlerdir (Taylor ve ark 1997). AH Plus, AH 26 patının geliştirilmesiyle elde edilmiştir ve biyouyumlu bir materyaldir (Leyhausen ve ark 1999). AH Plus kök kanal dolgu patının $Ca(OH)_2$ içerikli bir patla ve radyoizotop tekniği ile sızıntısının karşılaştırılmasında sızıntının AH Plus' ta daha az olduğu rapor edilmiştir (Haikel ve ark 1999). Lee ve ark

(2002) farklı tipte dört kanal dolgu patının (Kerr, Sealapex, Ketac-Endo, AH 26) dentine bağlanma dayanımlarını inceledikleri çalışmalarında en yüksek dayanımın AH 26' da olduğunu gözlemişlerdir. Yine camiyonomer esaslı Endion kanal dolgu patına göre AH Plus' ın dentin tübüllerine penetrasyonunun daha iyi olduğu rapor edilmiştir (Zıraman 2000). McMichen ve ark (2003), AH Plus, Tubli-Seal, Endion, Apexit kanal dolgu patlarının çözünürlüklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında AH Plus' ın en az çözünürlük gösterdiğini rapor etmişlerdir. Rezin esaslı üç kanal dolgu patı arasındaki karşılaştırmada (AH Plus, Diaket, Endo-REZ) AH Plus, en yüksek bağlanma dayanımını göstermiştir (Eldeniz ve ark 2005). Metakrilat esaslı Fibrefill kanal dolgu patının Endion, Topseal ve CRCS ile dentin adezyonlarının karşılaştırılmasında diğer patlara oranla daha iyi bağlantı gösterdiği bulunmuştur (Gogos ve ark 2004). Bunun yanında Orstavik ve ark (2001) Apexit ve Roeko-Seal kanal dolgu patlarının boyutsal stabilitelerinin AH Plus kanal dolgu patına oranla daha iyi olduğunu bulmuşlardır.

EndoREZ, üretan dimetakrilat rezin matriks içerisinde, çinko oksit, baryum sülfat, rezinler ve pigmentler içeren hidrofilik metakrilat rezin esaslı kanal dolgu patıdır. Guta perkaya benzer radyoopasite gösterir. Diğer rezin ya da çinko oksit öjenol esaslı kanal dolgu patlarıyla karşılaştırmada daha iyi tıkama sağladığı bulunmuştur (Zmener 2004). Dentin tübüllerine penetrasyonunu artırmak amacıyla hidrofilik yapısı güçlendirilmiştir ve üretici firma son yıkama solüsyonu olarak etilendiamintetraasetikasit (EDTA) kullanıldığında kanal duvarına bağlantısının iyi olacağını söylemiştir. Rezinle kaplanmış guta perka konla birlikte kullanıldığında bütün bir yapı oluşturacağı söylenmektedir (Eldeniz ve ark 2005, Zmener ve ark 2005). Gillespie ve ark (2006), self-etch adeziv sistemi ve EndoREZ kök kanal dolgu patının kombine kullanımı ve sadece AH Plus kanal dolgu patı kullanarak kök kanal dolguları yaptıkları dişlerde bağlantı dayanımları arasında bir farka rastlamazken, Doyle ve ark (2006) iki basamaklı bir self-etch adezivle EndoREZ kanal dolgu patı kullanımının, dentine bağlantı dayanımını artırdığını ve sistemin, uzun süreli NaOCl uygulamasından etkilenmediğini rapor etmişlerdir.

Endodontik tedavide kullanılan kök kanal dolgu patlarının kök kanalı duvarına kimyasal olarak bağlanabilmesi başarılı bir tedavi için aranan özellik olmasına rağmen yaygın olarak kullanılan kanal dolgu patlarının birçoğu bu beklentiyi karşılamamaktadır (Tidswell ve ark 1994).

Klinisyenler kalan diş yapısını güçlendirmek için uzun araştırmalar yapmışlar ve koronal güçlendirme amacıyla adeziv restorasyonlar kullanmışlardır (McCullock ve Smith 1986). Endodontik tedavide adeziv sistemler, endodontik boşluğu kök kanal dolgu maddesi olarak doldurmak ve uygun rezin simanla kök kanal sistemine post yapıştırmak amacıyla kullanılmaktadır (Bachicha ve ark 1998, Johnson ve ark 2000). Adeziv dental materyallerin endodontik tedavili dişlerin sızıntılarının azaltılması ve yapısal olarak güçlendirilmesi amacıyla kanal dolgu patları olarak kök kanal sisteminde kullanılması tedavinin başarısı için fırsat oluşturmaktadır (Assouline ve ark 2001). Kök kanalını güçlendirmeye olan eğilim adeziv kök kanal patlarının gelişmesine ve dolayısıyla kök kırıklarına karşı direncin artırılmasına da katkıda bulunmaktadır (Johnson ve ark 2000, Teixeira ve ark 2004).

Mjör ve ark (2001) adezivlerin dentin tübüllerine penetrasyonuna dayalı kanal dolgu tekniklerinin başarılı olmadığını (mekanik bağlantı), adeziv tekniklerin hibrit tabakasına dayalı bağlantı (kimyasal bağlantı) oluşturması gerektiğini belirtmişlerdir. Geleneksel ve çok basamaklı bonding sistemleri, bozulmaya karşı dayanıksız olan kollajen ve hidroksiapatit kristalleri içermesi nedeniyle dehidrate dentine infiltre olamazlar. Ayrıca geleneksel bonding sistemlerinin pek çoğu ışıkla polimerize olduğu için endodontik kullanıma uygun değildir. Ancak self-etch sistemler yıkamaya ve ışığa gereksinim duymazlar. Teorik olarak bu sistemin içindeki asidik komponent smear tabakasını çözer ve dentini demineralize ederek dentin içerisindeki kollajen fibrilleri ve hidroksiapatiti içeren bir bileşik oluşturur. Dentinin demineralizasyonu ve monomerlerle infiltrasyonu dentin ve kanal dolgusu arasında daha iyi tıkama sağlanmasına yardımcı olur (Gordan ve ark 1997).

Restoratif tedavide kullanılan çeşitli tipteki dentin bonding ajanları ve rezinler endodontik uygulamalar içinde kullanılmış ancak istenen çalışma özellikleri, radyoopasite ve kök kanalından uzaklaştırılabilirlik elde edilememiştir. (Zidan ve ElDeeb 1985, Rawlinsson 1989, Leonard ve ark 1996, Ahlberg ve Tay 1998).

Adeziv dişhekimliğinin endodontide kullanımı apikal ve koronal tıkamanın artırılması için metakrilat rezin esaslı kök kanal dolgu patlarının ve dentin adezivlerinin üretilmesiyle başlamıştır (Leonard ve ark 1996, Mannocci ve Ferrari 1998, Kataoka ve ark 2000, Britto ve ark 2002, Hurmuzlu ve ark 2003, Imai ve Komabayashi 2003).

Mannocci ve ark (1998) dentin bonding ajanı ve epoksi rezin kanal dolgu patı kombinasyonu öncesinde dişe asit ve primer uygulamasının bağlantıyı artıracağını söylemişlerdir. Gogos ve ark (2003) AH 26 kanal dolgu patının self-etch adezivle kullanımının patın kök dentinine bağlantısını artıracağını rapor etmişlerdir. Dentin adezivlerine ek olarak araştırmacılar, Panavia F, Super-EBA gibi rezin simanları kök kanal tedavisinde kullanmışlar, kimi araştırıcılar geleneksel kanal dolgu patlarına tercih edilebileceklerini söylerlerken (Fulkerson ve ark 1996), kimileri etkin olmadıklarını rapor etmişlerdir (Britto ve ark 2002). Rawlinsson (1989) rezinlerin kök kanal dolgu maddesi olarak kullanımıyla ilgili kontrendikasyonları, kök kanal sistemine uygulanması ve gerektiğinde çıkarılmasının zor olması olarak sıralamıştır.

Imai ve Komabayashi (2003) 1990' lı yılların başlarında klinik olarak 15 yıldan uzun süredir kullanılan metakrilat/tribütilboran esaslı rezin siman C&B Metabond (Parkell, Farmingdale, NY) ya da Super-Bond C&B (Sun Medical Co., Shiga, Japan) materyali üzerinde dezavantajlarını elimine edecek çalışmalar yapmışlar ve radyoopaklık veren materyaller ve floropolimer ekleyerek Endoresin kök kanal dolgu patını geliştirmişlerdir. Bu araştırmacılar test ettikleri rezin esaslı Endoresin-2 kök kanal dolgu patının adezyon, tıkama ve gerektiğinde kök kanalından uzaklaştırılabilme özelliklerinin guta perka-kanal dolgu patı kombinasyonuna oranla daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir. Devam eden çalışmalar sonucunda piyasaya Epiphany (Pentron), Real Seal (SybronEndo, Orange, CA), SimpliFill (LightSpeed, San Antonio, TX) ve Next (Heraeus-Kulzer, Armonk, NY) gibi eş zamanlı olarak intraradiküler dentine bağlanabilen ve soğuk lateral ve sıcak vertikal kondensasyon teknikleriyle kullanılabilen rezin içerikli kök kanal dolgu patları sürülmüştür. Bu kanal dolgu patları guta perkadan farklı olarak dimetakrilat polikaprolakton içeren Resilon kanal dolgu materyaline de (Resilon Research LLC, Madison, CT) bağlanabilecek şekilde geliştirilmiştir (Chivian 2004, Shipper ve ark 2004, Teixeira ve ark 2004, Shipper ve ark 2005). Epiphany kök kanal dolgu patı (Pentron Clinical Technologies, LLC. Wallingford CT) hem ışıkla hem de kimyasal olarak sertleşebilen dental rezin kompozit kanal dolgu patıdır (Shipper ve ark 2004). Yapılan çalışmalarda Epiphany kanal dolgu patının biyouyumlu olduğu (Key ve ark 2006, Önay 2006), iyi tıkama sağladığı (Önay ve ark 2006) ve endodontide yaygın olarak kullanılan irrigasyon solüsyonlarının patın bağlantı dayanımını azaltmadığı bulunmuştur (Stratton ve ark 2006).

2.3. Epiphany obturasyon sistemi

Kök kanalının uygun şekilde temizlenmesi ve şekillendirilmesinin yanında tedavinin bakteri ve sıvı geçirmeyen bir kök kanal dolgusu ile bitirilmesi endodontik tedavinin en önemli amacıdır (Schafer ve Olthoff 2002). Kök kanal sisteminin doldurulması, periapikal sağlığın tekrar elde edilmesi ve hastalığın ilerlemesinin engellenmesi açısından vazgeçilmez bir unsurdur. Kök kanal dolgu materyali sızıntıyı azaltarak ve enflamatuar irritanları elimine ederek bu görevini yerine getirir. Materyalin kök kanal boşluğunu yeterli bir şekilde tıkaması fiziksel ve çalışma özelliklerine bağlıdır. Guta perka biyolojik olarak uyumlu olması, boyutsal stabilitesi, mikrokalınlığı, kolay uygulanabilirliği, kök kanalından kolay uzaklaştırılması ve yeterli radyoopasitesi nedeniyle tercih edilen kök kanal dolgu maddesidir (Miner ve ark 2006). Ancak guta perkanın yeterli tıkama sağlamaması (Evans ve Simon 1986) ve kök kanal dolgu patlarının dentine bağlanmasının yanında guta perkaya olan bağlantısının da başarıda önemli rol oynadığı (Pommel ve ark 2003) görüşüne paralel olarak, polimer teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde rezin esaslı kanal dolgu materyalleri geliştirilmiştir. Bu amaçla üretilen Epiphany obturasyon sistemini değerlendirmek için sızıntı (Shipper ve ark 2004, Önay ve ark 2006), bağlanma dayanımı (Teixeira ve ark 2004), biyouyumluluk (Key ve ark 2006, Önay 2006) ve çözünürlük testlerini (Tay ve ark 2005d) içeren pek çok çalışma yapılmıştır.

Epiphany obturasyon sistemi termoplastik sentetik polimer esaslı kök kanal dolgu maddesi olan Resilon' u içerir. Temelde polimer polyesterlerine dayanan Resilon biyoaktif cam ve radyoopak doldurucular içerir. Guta pekaya benzer çalışma özelliklerine sahiptir ve ısıyla ve kloroform gibi çözücüler ile yumuşatılabildiği için retreatment tedavilerinde dezavantaj oluşturmaz. ISO standartlarında ana konları ve çeşitli ölçülerde yan konları mevcuttur. Buna ek olarak sıcak termoplastik tekniklerle kullanılabilen Resilon peletleri de mevcuttur (Pentron Clinical Technologies, LLC. Wallingford CT). Doldurucu olarak kullanılan polikaprolakton polimerlerin dimetakrilat karışımı içermesi nedeniyle üretici firma, metakrilat esaslı kanal dolgu patlarına iyi bağlanabileceğini iddia etmektedir (Jia ve Alpert 2003, Jia 2005). Rezin esaslı sealer veya bonding ajanıyla birlikte kullanıldığında kök kanalı içinde dentinal duvarlarla birlikte monoblok yapı oluşturur. Rezin kor, sealer ve dentin duvarı birbirine bağlandığı için kırılmaya karşı direnç artacaktır (Teixeira ve ark 2004).

Epiphany, matriksini Bisfenol-A-glisidil metakrilat, etoksilat Bis-GMA, üretan dimetakrilat rezin ve hidrofilik difonksiyonel metakrilatların oluşturduğu hem ışıkla hem de kimyasal olarak sertleşebilen dental rezin esaslı kompozit kök kanal dolgu patıdır (Shipper ve ark 2004, Teixeira ve ark 2004). Epiphany obturasyon sistemi içinde bulunan self-etch primer, sulfonik asit eklenmiş fonksiyonel monomer, HEMA, su ve polimerizasyon başlatıcılar içerir. Üretici firma bu yeni kök kanal dolgu sisteminin hem kanal dolgu materyaline hem de kök kanal duvarına iyi bağlandığını söylemektedir. Ayrıca popüler guta perka kanal dolgu teknikleri arasında olan lateral kondensasyon, vertikal kondensasyon ve termoplastik tekniklerle de kullanılabilmektedir (Pentron Clinical Technologies LLC 2003).

Çalışmalar Epiphany obturasyon sisteminin bakteriyel penetrasyona dirençli olduğunu ve Epiphany obturasyon sistemi ile kök kanal dolguları yapılan dişlerde periapikal enflamasyonun daha düşük olduğunu göstermiştir (Shipper ve ark 2004, Shipper ve ark 2005). İyi tıkama özelliğinin yanında Epiphany obturasyon sistemi ile kanal dolguları yapılan dişlerin kırılmaya dirençlerinin daha fazla olduğu ve kanal içi ilaç uygulamasının sistemin apikal sızdırmazlığında bir değişiklik oluşturmadığı da elde edilen sonuçlar arasındadır (Teixeira ve ark 2004, Wang ve ark 2006). Bunun yanında AH 26 ve Ketac-Endo Aplicap kanal dolgu patları ile guta perka kullanılarak kök kanal dolguları tamamlanan dişlerde, Epiphany obturasyon sistemi ve kontrol grubuna oranla kırılmaya dayanımın daha fazla olduğu gösterilmiştir (Ulusoy ve ark 2006). Sousa ve ark (2006) AH Plus ve EndoREZ kanal dolgu patları ile karşılaştırıldığında Epiphany kanal dolgu patının daha biyouyumlu olduğunu belirtirken, Key ve ark (2006) insan gingival fibroblastları üzerinde Resilon' un sitotoksik etkisinin düşük olmasına rağmen Epiphany kanal dolgu patının geleneksel patlara oranla daha sitotoksik olduğunu rapor etmişlerdir. Bunun nedeni çözünürlüğünün normal sınırların üstünde olması olabilir (Versiani ve ark 2006). Bununla birlikte Önay (2006) doktora tezinde, Epiphany ve Resilon'un biyouyumlu olduğunu ve guta perkayla aralarında biyouyumluluk açısından fark olmadığını tespit etmiştir. Carvalho ve ark (2005) AH Plus ve Epiphany kanal dolgu patlarının akışkanlık ve film kalınlıkları arasında fark olmadığını rapor etmişlerdir. Primeriyle birlikte kullanıldığında Epiphany kanal dolgu patının S. mutans ve E. faecalis' e karşı etkili antimikrobik özellikleri olduğu görülmüştür (Li ve ark 2005). Resilon, retrograd dolgu maddesi olarak kullanıldığında Super-EBA' ya oranla daha az sızıntı göstermiş, MTA ile aralarında fark bulunmadığı

gözlenmiştir (Maltezos ve ark 2006). Retreatment vakalarında kök kanalından uzaklaştırılmalarında guta perka ile aralarında Liberator file kullanıldığında farka rastlanmazken, K3 serisi kullanıldığında guta perkaya oranla daha kolay uzaklaştırıldığı gözlenmiştir (de Oliveira ve ark 2006). Stratton ve ark (2006) sıvı filtrasyon testinde guta perka-AH Plus grubuna oranla Epiphany obturasyon sisteminin daha az sızıntı gösterdiğini söylerken, Biggs ve ark (2006) aynı çalışmada iki grup arasında farka rastlamamışlardır. Önay ve ark (2006) ise guta perka-Epiphany grubunun guta perka-AH Plus ve Resilon-Epiphany grubuna oranla daha az sızıntı gösterdiğini tespit etmişlerdir. Metakrilat esaslı Real-Seal ya da Next kanal dolgu patı ile Resilon birlikte kullanıldığında bu patlarla Resilon arasındaki bağlantının kompozit rezinle olandan daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Hiraishi ve ark 2005, Tay ve ark 2006). Ayrıca Resilon dolgu maddesinin enzimler karşısında polikaprolakton içermesinden dolayı guta perkaya oranla daha fazla bozulma gösterdiği gözlenmiştir (Tay ve ark 2005d). Epley ve ark (2006) guta perka ve Epiphany kanal dolgu maddelerini kullanarak kanal dolgularını yaptıkları dişlerde bilgisayar üzerinde boşluk değerlendirmesi yapmışlar ve en çok guta perka grubunda boşluk kaldığını rapor etmişlerdir. Gesi ve ark (2005) ise guta perka-kanal dolgu patı ve Resilon-Epiphany gruplarını push-out testiyle karşılaştırmışlar ve Resilon-Epiphany kombinasyonunun kök dentininden daha kolay uzaklaştığını görmüşlerdir.

Farklı tipte kanal dolgu patları ve guta perkanın ya da Epiphany obturasyon sisteminin kullanıldığı pek çok çalışmada araştırmacılar değişken sonuçlar rapor etmişlerdir. Bunun nedeni uygulayıcıların değişmesinden olabileceği gibi test metotları arasındaki farklılıklara da bağlanabilir. Bu nedenle ideal kanal dolgu materyalleri elde etmeye yönelik çalışmaların yanında, ölçümlerin standart hale getirilebildiği test metotlarının geliştirilmesine de ihtiyaç vardır.

2.4. Kök kanal dolgu patlarında sızıntı, bağlanma dayanımı ve kırılma direncini inceleme metotları

Kök kanal sisteminde sızıntı dört şekilde oluşabilir: (a) kök kanal dolgu maddesi ve kök kanal duvarı arasından apikal foramen yoluyla, (b) apikal foramenden materyal içine infüzyon yoluyla, (c) dış yüzeyden ekspoze sement, aksesuar kanal, sekonder kanal ya da defektler yoluyla, (d) koronal giriş kavitesi yoluyla (Limkangwalmongkol ve ark 1991).

Sızıntı apikal ya da koronal yönde olması arasında fark olmaksızın endodontik tedavinin başarısızlığına neden olan klinik bir problemdir (Dow ve Ingle 1955, Madison ve Wilcox 1988). Bu nedenle kök kanal dolgu patlarında aranan özellik iyi tıkama sağlamalarıdır (Branstetter ve von Fraunhofer 1982). Kök kanal dolgu patlarının spesifik özellikleri ISO tarafından belirlenmiştir. Ancak tekrar edilebilir ve objektif test metotlarının olmayışı nedeniyle kök kanal dolgu patları için önemli bir özellik olan tıkama kabiliyeti ile ilgili standartlar belirlenememiştir (AliGhamdi ve Wennberg 1994).

Farklı kök kanal dolgu materyalleri kullanılan endodontik vakaların incelenmesi sonucunda endodontik tedavilerdeki başarısızlığın %60' ının yetersiz kök kanal dolgusundan kaynaklandığı bulunmuştur (Ingle 1994). Bu sonuç kök kanallarının doldurulmasında yeni kök kanal dolgu materyallerinin ve metotlarının geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Kök kanal sisteminde sızıntının incelenmesi yöntemiyle kök kanal dolgusunun kalitesini değerlendiren farklı metotlar mevcuttur (Larder ve ark 1976, Matloff ve ark 1982, Starkey ve ark 1993, Chailertvanitkul ve ark 1996, Depraet ve ark 2005).

Mikrosızıntının prensibi çekilmiş dişin kök kanalının, kanal dolgu materyaliyle doldurulduktan sonra belirleyici içeren solüsyon içine daldırılarak kök kanalı ile dolgu materyali içinde ya da dolgu materyalinin kendi içinde belirleyici penetrasyonunun incelenmesidir. Boyalar, radyoaktif izotoplar, bakteri, bakterilerin metabolik ürünleri gibi farklı belirleyiciler bu amaçla kullanılabilir (Matloff ve ark 1982, Starkey ve ark 1993, Chailertvanitkul ve ark 1996). Pek çok uygulamada belirleyici olarak su solüsyonlarındaki boyalar kullanılır. Fakat bu tip belirleyicinin molekülü çok küçük olduğu için sızıntı değerlendirmesi açısından uygun olmadığı söylenmektedir (Goldman ve ark 1980, Beatty ve ark 1986). Bunun üzerine insan serum albümini, nişasta ve Poly-R boyası gibi büyük moleküllerde kullanılmış fakat karşılaştırmalı çalışmalarda küçük moleküllü belirleyici kullanımının daha mantıklı olduğu görüşüne varılmıştır (Rhome ark 1981, Director ve ark 1982, Czonstkowsky ve ark 1985, Wu ve Wesselink 1993).

Mikrosızıntı değerlendirmesinde organik boyaların kullanımı en eski metottur. Basit ve ucuz bir tekniktir ve hala sıklıkla uygulanmaktadır. Boya penetrasyonu tekniği ilk defa Grossman (1939) tarafından geçici kanal dolgu maddelerinin sızıntısı için kullanılmıştır. En popüler boya solüsyonu metilen mavisidir. İlk defa Stewart (1958) kanal dolgulu

dişleri 6 ay boyunca 37°C' deki metilen mavisi içinde bekleterek geçirgenliklerine bakmıştır. Akuöz metilen mavisinin avantajları; dişin su içeren bölümüne kolayca penetre olabilmesi, dişin sert dokularıyla reaksiyon göstermemesi ve gözle görülebilmesidir (Matloff ve ark 1982, Kennedy ve ark 1986, Limkangwalmongkol ve ark 1991). Ca-labeled kalsiyum klorit, C-labeled üre ve I-labeled albumin ile yapılan karşılaştırmalı bir çalışmada akuöz metilen mavisinin daha iyi penetrasyon gösterdiği bulunmuştur (Matloff ve ark 1982). Kullanılan diğer boyalar: anilin boyası (Stewart ve ark 1969), Prussian mavi boyası (Chohayeb 1992), Procion B mavi boyası (Kaufman ve ark 1989), hint mürekkebi (Karagöz-Küçükay 1993), pelikan mürekkebi (Madison ve ark 1987), kristal violet boyası (Goldman ve ark 1989), Rhodamine B boyası (Camp ve Todd 1983), Procion B yeşil boyası (Zetterqvist ve ark 1988), eozin boyasıdır (PittFord 1979). Dişin boyada kalma süresi (Stewart 1958) 6 aydan 1 güne kadar değiştirilebilir (Hovland ve Dumsha 1985). 1981 yılında Douglas ve Zakariasen (1981) kök kanal dolgusu yapılan dişe penetre olan boyanın hacmini belirlemek için spektrofotometrik metodu tarif etmişlerdir. Hacimsel değerlendirme tekniği farklı çalışmalarda kullanılmıştır (Timpawat ve ark 1983, Madison ve Zakariasen 1984, Beatty ve ark 1986, Kersten ve Moorer 1989). Sızıntının nicel değerlendirmesi florometrik deney ile yapılmıştır (Ainley 1970). Hovland ve Dumsha (1985) kanal dolgu patlarının apikal sızıntısını gümüş boyama tekniğiyle değerlendirmişlerdir. Yine araştırmacılar C insan serum albümini (Rhome ark 1981, Director ve ark 1982) ya da H üridin (Jacobsen ve ark 1987) gibi radyoaktif belirleyici kullanarak apikal sızıntıyı incelemişlerdir. Canalda-Sahli ve ark (1992) kök kanal dolgu patlarının apikal sızıntısını eksternal radionuclide bulma tekniğiyle değerlendirmişlerdir. Radionuclide içeren solüsyon içine daldırdıkları örnekleri su altında yıkadıktan sonra gamma kamera ile görüntü alarak bilgisayara aktarmışlar ve imaj analizi programıyla incelemişlerdir. İmaj analizi programı sızıntının miktarını milimetrik olarak ölçmüştür. Bunlara ek olarak Krakow ve ark (1977) endodontik sızıntı çalışmalarında mikroorganizmaların kullanımının biyolojik olarak daha anlamlı sonuçlar vereceğini söylemişlerdir. Goldman ve ark (1980) kanal dolgusunun tıkama özelliğinin in vitro olarak bakteriler kullanılarak değerlendirildiği test metodunu tarif etmişlerdir ve bakteri kullanılmasının hidrofilik materyallerin sızıntı değerlerinin okunması sırasında yanlış değerlendirmeyi elimine edeceğini söylemişlerdir. Kersten ve ark (1988) gaz kramotografisi yöntemi ile düşük molekül ağırlığına sahip bakteri metaboliti olan bütirik asiti kullanmışlar ve kök kanalını ya da dolgusunu modifiye etmeye gerek kalmadan hacimsel sızıntı değeri elde edilebileceğini söylemişlerdir. Bu metotlara ek olarak örnekler

üzerinde tekrarlanabilen, niceliksel ölçümlere izin veren elektrokimyasal teknik, bazı patların çözünmesine neden olmaları ve korozyon ürünlerinin iyon akışını engelleyebilmesi gibi dezavantajlarına rağmen sızıntı çalışmalarında kullanılan yöntemler arasındadır (Amditis ve ark 1993, von Fraunhofer ve ark 2000).

Son zamanlarda endodontide en çok kullanılan yöntemler arasında olan sıvı filtrasyon tekniği Pashley ve ark (1983) tarafından dentin geçirgenliğini değerlendirmek ve örneklerde niceliksel ölçüm yapabilmek için geliştirilmiştir. Wu ve ark (1993) kök kanal dolgusu yapılan dişlerde sızıntıyı değerlendirmek için bu tekniği modifiye etmişlerdir. Kök kanal dolgusunun apikal ucundan çıkan sıvının hacminin ölçülmesi yöntemine dayanan bir metottur. Bilgisayarlı sıvı filtrasyon tekniği geleneksel olarak kullanılan sıvı fitrasyon test cihazına bilgisayar destekli bir ölçerin uyumlanmasıyla elde edilmiştir (Oruçoğlu 2003).

Sızıntı çalışmalarında klinik incelemeleri standardize etmek zordur ve sonuçlar, değerlendirmede ele alınan kriterlerin yanında uygulayanın becerisine göre de değişebilir. Bundan dolayı yeterli apikal tıkamanın sağlanması için yukarıda da bahsedildiği gibi farklı özellikteki kanal dolgu teknikleri ve kanal dolgu materyallerini değerlendiren in vitro pek çok teknik ortaya çıkmıştır. Ancak literatür incelendiğinde benzer materyal ve metotların kullanıldığı farklı çalışmalarda sonuçların değiştiği gözlenmiştir (Branstetter ve von Fraunhofer 1982, Spangberg ve ark 1989, Wu ve Wesselink 1993). Örneğin Pommel ve ark (2001) üç farklı kanal doldurma tekniği kullandıkları dişleri sıvı filtrasyon, elektrokimyasal ve boya penetrasyonu metotlarıyla karşılaştırmışlar ancak metotlar arasında bir bağlantı bulamamışlardır. Camps ve Pashley (2003) boya sızıntısı (örneklerin asit içerisinde çözdürülerek boyanın spektrofotometre ile yoğunluk ölçümü yöntemiyle) ve sıvı filtrasyon yöntemlerini değerlendirdikleri çalışmalarında metotlar arasında farka rastlamamışlardır. Bu nedenle daha objektif ve sonuçların standardize edilebildiği yeni tekniklere ihtiyaç vardır.

Endodontik amaçlı kullanılan kök kanal dolgu materyallerinin sızıntıya karşı, tam tıkama sağlayarak dayanıklı olmalarının yanında (Tay ve ark 2005c), doku sıvılarında çözünmemeleri (McMichen ve ark 2003), boyutsal stabiliteye sahip olmaları (Tay ve ark 2005b) ve dentine ve guta perkaya iyi bağlantı sağlayabilmeleri de (Teixeira ve ark 2004) gerekmektedir. Bu nedenle sızıntı değerlerini ölçmek için geliştirilen pek çok yöntemin yanında çözünürlük (Versiani ve ark 2006), boyutsal stabilite (Kazemi ve ark 1993) ve

bağlantı dayanımı (Imai ve Komabayashi 2003) ile ilgili yöntemlerde endodontik literatürde yer almaktadır. Bu testler sızıntı çalışmalarına göre daha az problem oluşturur ve kolay standardize edilebilirler (AliGhamdi ve Wennberg 1994).

Endodontik tedaviyle ilgili yeni materyallerin geliştirilmesiyle birlikte, intraradiküler dentin yüzeylerine olan bağlanma dayanımı değerlendirme çalışmaları da önem kazanmaktadır (Gaston ve ark 2001). Kanal dolgu materyallerinin kök dentinine bağlanma dayanımları arttıkça, dişin kırılmaya direnci ve dolayısıyla endodontik tedavinin başarı yüzdesi de artacaktır. Endodontik tedavi prosedürleri ve artan madde kaybından dolayı dişte kırılmaya neden olabilecek stres artışını kompanse edebilecek materyaller kullanmak bu açıdan çok önemlidir (Teixeira ve ark 2004). Günümüzde adeziv teknolojisindeki yenilikler, dişlerin koronal restorasyonlarında direnç artışında olduğu kadar, endodontik tedavili dişlerin güçlendirilmesinde de fayda sağlamaktadır (Leonard ve ark 1996, Imai ve Komabayashi 2003). Kanal dolgu materyallerinin kök kanal duvarına bağlanma dayanımlarını ölçmek amacıyla tensile (Imai ve Komabayashi 2003), shear (Gogos ve ark 2003) ve push-out (Arı ve Özçopur 2006) testleri kullanılırken, materyallerin dişte kırılma direncine etkisini ölçmek amacıyla kırma testi uygulanmaktadır (Teixeira ve ark 2004).

Tensile testi uygulamasında örnek ve materyal ara yüzeyindeki bağlantıyı değerlendirmek için çekme kuvveti uygulanırken (Lee ve ark 2002, Saleh ve ark 2003), shear testinde materyal ve diş yapısından oluşan örnekler üzerinde itme kuvveti uygulanarak bağlantı dayanımları test edilmektedir (Tagger ve ark 2003a). Son zamanlarda yaygın şekilde kullanılan push-out test tekniği ise kanal dolgu patı ve dentin duvarı arasında olduğu gibi çok daha küçük bağlanma dayanımlarını ölçmesi bakımından tercih edilmektedir (Oruçoğlu ve Şengün 2003, Arı ve Özçopur 2006, Üngor ve ark 2006).

Çeşitli restoratif ve endodontik tedavi materyallerinin ve post sistemlerinin dişlerin kırılma direncine etkisini ölçmek amacıyla kırma test cihazı kullanılmaktadır (Heydecke ve ark 2001, Teixeira ve ark 2004, Siso ve ark 2005). Trope ve Ray (1992) kırma cihazı kullanarak farklı kanal dolgu patlarının dişlerin kırılma dayanımına etkisini incelemiş, Çobankara ve ark (2002) smear tabakasının patların bağlanmalarına ve dişlerin kırılmaya yatkınlığına etkisini araştırmış, Teixeira ve ark (2004) ise farklı kanal dolgu materyallerini kırma testiyle karşılaştırmışlardır. Lam ve ark (2005) döner aletlerle veya elle yapılan preparasyonun dişlerin kırılma dayanımlarına etkisini incelerken, Wilcox ve ark (1997)

kök kanal preparasyonu miktarının dikey kök kırığı oluşmasındaki rolünü kırma cihazı kullanarak test etmişlerdir.

2.5. Multislice Computed Tomography

Golfrey Hounsfield tarafından geliştirilen CT 1895' te Wilhelm Konrad Roentgen' nin x ışınlarını buluşundan sonra tanısal radyolojideki en önemli gelişmelerden biri olarak kabul edilmektedir. İlk klinik CT prototipi EMI beyin tarayıcısı olarak (Mark I) 1972 yılında ortaya çıkmıştır. Birinci kuşak CT cihazlarının geliştirilmesinden bu yana en büyük teknik gelişmeler tarama ve rekonstrüksiyon zamanının azaltılması, çekim tipi, kesit kalınlığı ve alınan doz miktarı gibi radyolojik parametrelerde ilerlemelere yönelik yapılmıştır (Akyar 2002).

MCT' nin bugünkü durumuna ulaşması CT teknolojisindeki bazı öncü gelişmelerle gerçekleşmiştir. Helikal CT' nin (HCT) geliştirildiği 1989 yılından sonra 1991' de 1 mm' nin altında kesit alabilen cihazlar üretilmiştir. Aynı yıl bugünkü MCT teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü HCT geliştirilmiştir (Barnes ve Lakshmirarayanan 1998, Akyar 2002). 1993 yılında gerçek zamanlı CT' nin kullanıma sokulmasıyla CT floroskopi altında biyopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapıları ya da organlar içindeki kontrastlanmanın monitörizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir. Gantri rotasyon zamanlarının 1 sn' nin altına inmesi 1995' te mümkün olmuş, 1998 yılında şu an hala geçerli olan minumum süre 0.5 sn' ye indirilmiştir. 1998 yılında da ilk MCT sistemleri kullanıma girmiştir (Katada 2002).

MCT, Spiral CT' deki (SCT) en son gelişmeleri tarif etmek için kullanılan bir terimdir. MCT eş zamanlı olarak birden fazla kesit alabilir ve multi-row dedektör sistemine sahiptir. MCT cihazları büyük hızları sayesinde konvansiyonel HCT cihazlarından farklı olarak klasik kesit taramasından çok, hacim taraması yapmaktadır. Yüksek kalitede hacim bilgisi için longitudinal düzlemdeki (Z eksenindeki) çözünürlüğün yeterli olması gerekmektedir. Z eksen çözünürlüğünü belirleyen başlıca etken kesit kalınlığıdır (Kalender 2000). Dedektör teknolojisindeki gelişmelerle beraber minimum kesit kalınlıkları daha da düşürülmüştür. Böylece ulaşılan anizotropik voxel geometrisi sayesinde multiplanar reformasyonlar (hacimsel ölçüm, renklendirme, kontrast işlemleri) ve 3 boyutlu (3D) görüntüleme ile optimal görsel kesitler alınabilmektedir (Grenier ve ark 2002).

CT teknolojisinin geliştirildiği 1972 yılından bu yana devam eden çalışmalar, sert ve yumuşak dokuların üç boyutlu görüntülerinin hem niceliksel hem de niteliksel olarak hızlı ve etkin şekilde değerlendirilmesine imkan sağlamaktadır. CT teknolojisi sadece iyi bir görüntüleme tekniği değil aynı zamanda teşhis ve tedavi sürecini önemli derecede etkileyen bir yöntemdir. Medikal tedavide incelenen sert dokulara ilaveten diş hekimliğinde, diş, alveolar kemik ve çeneler gibi küçük alanlar dikkate alındığından ihtiyacı karşılamak amacıyla dental programlar içeren CT cihazları piyasaya sunulmuştur. Dental CT programlarının geliştirilmesi diş hekimliğinin pek çok dalında kullanım alanı bulmasıyla birlikte geleneksel yöntemlere oranla avantajlar sağlamaktadır (Arai ve ark 1999, Terakado ve ark 2000, Honda ve ark 2001, Ito ve ark 2001, Hashimoto ve ark 2003).

Geliştirilmesinde ABD' li Ledley isimli bir dişhekiminin de katkısı olduğu dental CT, çene anatomisini ve lezyonlarını ayrıntılı olarak gösteren bir incelemedir (Abrahams 1993, Abrahams ve Berger 1998, Abrahams 2001, Atasoy 2002).

SCT ya da HCT üç boyutlu imaj analizi ile geleneksel radyografi tekniklerinin dezavantajlarını elimine etmektedir ve kök kanal morfolojisinin incelenmesinde önemli bir yöntemdir (Peters 2004). Ancak SCT ya da HCT' de monoslice sistemler kullanıldığı için aksiyel ve longitudinal çözünürlüklerde görüntü kayıpları olmaktadır. MCT ya da hacimsel ölçüm tomografisi, multislice dedektörler içerdiği için tarama sonrası bilgisayar üzerinde elde edilen görüntülerden aksiyal-koronal-sagital kesitler elde edilerek yumuşak ve sert dokuların içyapıları ayrıntılı olarak görüntülenebilmektedir (Hounsfield 1973, Kalender 1995). X-ray tüpünün rotasyon halinde hasta etrafında döndürülerek taramanın yapılması ile spiral görüntüler kısa sürede elde edilir (Kalender ve ark 1990). İlave tarama süresine gerek kalmadan bu görüntülerden multiplanar rekonstrüksiyonlar ya da diğer adıyla 3D görüntüler gibi geleneksel aksiyal-koronal-sagital imajlar elde edilir. MCT ile istenen doku kesit aralıklarında görüntüler üst üste getirilerek küçük objelerin voxel-pixel çözünürlükleri artırılabilir. SCT ile elde edilen kesitlerden istenilen aralıklarda overlapping (üst üste çakıştırma) ile yapılar oluşturulabilir. Böylece küçük objelerin çözümlenmesi sağlanmış olur. SCT' den daha gelişmiş olan MCT' lerde overlapping işlemi daha ileri seviyede sağlanabilir (Gopikrishna ve ark 2006).

CT kullanılarak tümör, kist, inflamatuar hastalık, oroantral fistül, kırıklar, mandibular kanallardaki damarların sayısı, boyut ve yerleşimi, çene lezyonları ayrıntılı olarak değerlendirilebilmektedir. Lezyonların içyapıları, kortikal sinir ve diş kökleri ile komşulukları hakkında ayrıntılı bilgi elde edilebilmektedir. Ayrıca dental implantasyon sonrası hastaların değerlendirilmesinde planlanan implant düzeyinin anatomik yapılar ile ilişkisini gösterebildiğinden, olabilecek komplikasyonların önlenmesi açısından özellikle önem kazanmaktadır (Hofschneider ve ark 1999, Gahleitner ve ark 2001, Tepper ve ark 2001, Gültekin ve ark 2003). Nakata ve ark (2006), (a) çok köklü dişlerde her kök çevresindeki periradiküler lezyon büyüklüğünün incelenmesi, (b) kök kanallarının sayı, şekil ve yönlerinin (mediopalatal kök kanalı gibi) belirlenmesi, (c) periradiküler bölge ile maksiller sinüs ya da mandibular kanal ilişkisinin gözlenmesi, (d) fenestrasyon varlığı ya da pozisyonunun, kök kırığı, kök rezorpsiyonu ve perforasyonunun değerlendirilmesi, (e) periradiküler lezyonların non-odontojenik lezyonlardan ayrılması amacıyla 3D görüntü oluşturabilen CT cihazının kullanılabileceğini rapor etmişlerdir. Trope ve ark (1989) CT taramasında kist ve granülom ayrımı yapılabileceğini söylerken, Simon ve ark (2006) büyük boyuttaki lezyonların, biyopsi ve histolojik incelemeye gerek kalmadan daha hızlı ve doğru bir şekilde CT kullanılarak teşhis edilebileceğini bildirmişlerdir.

CT; endodontide çeşitli kök kanal aletleriyle preparasyonun değerlendirilmesi (Uyanık Ozgur ve ark 2006), periapikal lezyonların teşhisi (Nakata ve ark 2006), C-şekilli kanalların incelenmesinde kullanılmıştır (Jin ve ark 2006). Kim ve ark (2003) bir vakada ekstrakanal invaziv rezorpsiyonun teşhisinde CT' den yararlanmışlardır. Friedland ve ark (2001) internal rezorpsiyonun boyutunun değerlendirilmesinde rotasyonel CT kullanmışlardır. Gopikrishna ve ark (2006) MCT kullanarak 0,5 mm kesit aralığında üst 1. maksiller molar morfolojisini incelemişlerdir. Araştırmacılar önce tüm çenenin görüntüsünü elde etmişler daha sonra dişi odaklamışlar ve elde edilen tek diş görüntüsü üzerinde kesitler alarak inceleme yapmışlardır. Hannig ve ark (2005) tedavi edilemeyen ağrı semptomları nedeniyle çekilen dişleri CT ile incelemişler ve geleneksel radyografi çekimlerinde görülemeyen dikey kök kırıklarına rastlamışlardır. Rigolone ve ark (2003) üst birinci molar palatinal kökünün cerrahisinde operasyon alanını belirlemek amacıyla CT kullanmışlar ve komplikasyon ve kanama riskini azalttığını rapor etmişlerdir.

Geleneksel CT cihazında olduğu gibi 3D CT cihazında da yanlış görüntülemeye neden olabilecek metal ve hareket artikaftları oluşur. Ağız içinde protez, implant, amalgam dolgu,

gümüş kon gibi tedavi materyalleri bulunması çekim işlemini etkileyebilir. CT' nin diğer dezavantajları yumuşak dokuları ve bu dokuların CT değerlerini ayırmada yetersiz olmasıdır. Geleneksel teşhis metotlarına oranla daha pahalı ve alınan radyasyon miktarı daha fazla olmasına rağmen ayrıntılı bilgi vermesi ve tedavi seçeneklerini belirlemede etkin olması nedeniyle CT kullanımı tavsiye edilmektedir (Nakata ve ark 2006, Jin ve ark 2006).

Bu çalışmada guta perka ve Epiphany obturasyon sistemi ile farklı iki kanal dolgu patı kullanılarak kök kanal dolguları yapılan dişlerde MCT cihazı kullanılarak boşluk ölçümünün hacimsel olarak değerlendirilmesi ve kırılma dirençlerinin MCT cihazında ölçülen diş hacimleri, BL ve MD dentin kalınlığı parametreleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmesinin yapılması planlanmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

Bu in vitro çalışma Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı ve NetGöz Tababet Merkezi Radyoloji Kliniği' nde yapılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde guta perka (Diadent®, .02 taper) ve Resilon (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT) kanal dolgu maddeleriyle, Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT) (Resim 3.1.) ve AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany) (Resim 3.2.) kök kanal dolgu patları kullanılarak kanal dolguları yapılan dişler ve kontrol grupları (guta perka ve Resilon) MCT (Syngo Dental CT 2005C, Siemens AG Somatom Spirit, Siemens Medical Systems, Germany) (Resim 3.3.) cihazında taranarak kök kanal duvarı-kanal dolgu maddesi arasında hacimsel boşluk ölçümü değerlendirmesi yapıldı. Çalışmanın ikinci bölümünde ise genişletilmiş ve genişletilmemiş kontrol grupları da dahil edilerek kırma cihazında (ELİSTA, Istanbul, Turkey) (Resim 3.4.) kırılma dirençleri değerlendirildi. Kırma deneyini takiben uygun olan örneklerden stereomikroskop görüntüleri elde edildi.



Resim 3.1. Epiphany Obturasyon Sistemi.



Resim 3.2. AH Plus kanal dolgu patı.



Resim 3.3. MCT cihazı.



Resim 3.4. ELİSTA test cihazı.

3.1. Örneklerin hazırlanması

Bu çalışmada 100 adet periodontal amaçlı çekilmiş mandibular insizör dişler dışındaki maksiller ve mandibular insan tek köklü tek kanallı anterior dişleri kullanıldı. Dişler çekimi takiben deney aşamasına kadar distile su içerisinde bekletildi. Dişler üzerinde kalan yumuşak doku artıkları bir küret yardımıyla zarar verilmeden temizlendikten sonra herhangi bir kırık, çatlak ya da yan kanal bulunması ihtimalini elimine etmek amacıyla BL ve MD yönde iki radyograf üzerinde ve stereomikroskop kullanılarak X40 büyütme altında dişler incelendi (Olympus, SZ-ST, Japan). Daha sonra kök boyları en az 14 mm olan dişler elmas separe yardımıyla su soğutması altında mine-sement sınırından kuronlarından ayrıldı (Isometric saw. Buehler Ltd, Evanston. IL).

Tüm dişlerin benzer boyutlara sahip olduğunu göstermek amacıyla kesilen mine-sement sınırından BL, MD çapları ve kök boyları ölçülerek kaydedildi ve tüm dişlere numara verildi. Dişlerin çalışma uzunluklarını belirlemek amacıyla #15 K-file (MANİ, inc. Japan) apikalden görünecek şekilde çıkarıldıktan sonra 1mm geri çekilerek boylar kaydedildi. Kök kanal preparasyonu Profile (Profile®-0.04-Tapers™-Series-29™, Tulsa-Dental-Products) seti kullanılarak tamamlandı. 27 gauge' lik enjektör yardımıyla (Tıbset, Ankara, Türkiye) her kanal aleti arasında 2 ml olacak şekilde %2,5' lik NaOCl ile kök kanal irrigasyonu yapıldı. Apikalde oluşabilecek tıkanmayı engellemek için aletler arasında #15 K-file ile kontrol yapıldı. Apikal şekillendirme için son olarak #50 K-file (MANİ, inc. Japan) kullanılarak el manuplasyonu ile preparasyon tamamlandı. Standart kanal girişi sağlamak için koronal 1 mm'lik kısım 4 numaralı Gates-glidden frezi kullanılarak genişletildi. Kanal giriş çapı 1,1 mm' yi geçen dişler çalışmadan çıkarıldı. Preparasyonun bitimini takiben smear tabakasını uzaklaştırmak için önce 10 ml %17 lik nötralize EDTA sonra 10 ml %5, 25' lik NaOCl solüsyonu içine atılarak 3' er dakika, daha sonra 10 ml distile su içine atılarak tekrar 3 dakika ultrasonik vibrasyona (Dentaurum, USG 4000 ultraschall, Germany) tabi tutuldu.

Kanallar steril kağıt konilerle (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) kurulandıktan sonra deney gruplarında 15'er ve kontrol gruplarında 10' ar diş olacak şekilde 100 diş rastgele gruplara ayrıldı.

Grup 1: 15 diş preparasyonu takiben guta perka ve AH Plus kanal dolgu patıyla lateral kondensasyon yöntemiyle dolduruldu.

Grup 2: 15 diş prepare edildi ve guta perka ve Epiphany kanal dolgu patıyla lateral kondensasyonla dolduruldu.

Grup 3: 15 diş preparasyon sonrası Resilon ve AH Plus kanal dolgu patıyla lateral kondensasyonla dolduruldu.

Grup 4: 15 diş kök kanal preparasyonunu takiben Resilon ve Epiphany ile lateral kondensasyonla dolduruldu.

Grup 5 (kontrol): 10 diş sadece guta perka ile kanal dolgu patı kullanılmadan lateral kondensasyon ile dolduruldu.

Grup 6 (kontrol): 10 diş sadece Resilon ile kanal dolgu patı kullanılmadan lateral kondensasyon ile dolduruldu.

Grup 7 (kontrol): Sadece kanal girişleri kırma deneyi için uyumlanan preparasyon ve irrigasyon yapılmamış 10 diş kullanıldı.

Grup 8 (kontrol): Kök kanal preparasyonu ve irrigasyonu ile birlikte kanal girişleri uyumlanan 10 diş kullanıldı.

Epiphany kök kanal dolgu patı içeren gruplarda (Grup 2 ve Grup 4) self-etch primer kanal içine pipet ile uygulandı ve fazlası kağıt kon yardımıyla alındı. Kanal dolgu patları üretici firmanın talimatlarına uygun olarak karıştırıldıktan sonra ana kon yardımıyla kanal duvarlarına uygulandı. Ana konun yerleştirilmesinden sonra spreader yardımıyla açılan boşluğa aynı kalınlıkta yardımcı konlar yerleştirildi. Bu işleme spreader kanalda 1-2 mm' den daha fazla ilerlemeyene kadar devam edildi. Kanal dolgusu tamamlandıktan sonra mine-sement sınırının 1 mm altına kadar kanal dolgusu kaldırıldı ve vertikal kondensasyon 40 numaralı plugger (Dentsply, Maillefer) yardımıyla yapıldı. Guta perka-Epiphany (Grup 2) ve Resilon/Epiphany (Grup 4) gruplarında diğer gruplardan farklı olarak giriş kavitesine 40 saniye ultraviyole ışık uygulanarak polimerizasyon başlatıldı (Blue Swan, Dentanet, Korea). Tüm dişlerin koronal 1 mm' lik kısımları kavit ile (Cavit™, 3M ESPE, Germany, Premier Products Co., Norristown, Pa) kapatıldı. Daha sonra dişler bir hafta boyunca 37ºC' de %100 nemli ortamda polimerizasyonlarının tamamlanması amacıyla bekletildi.

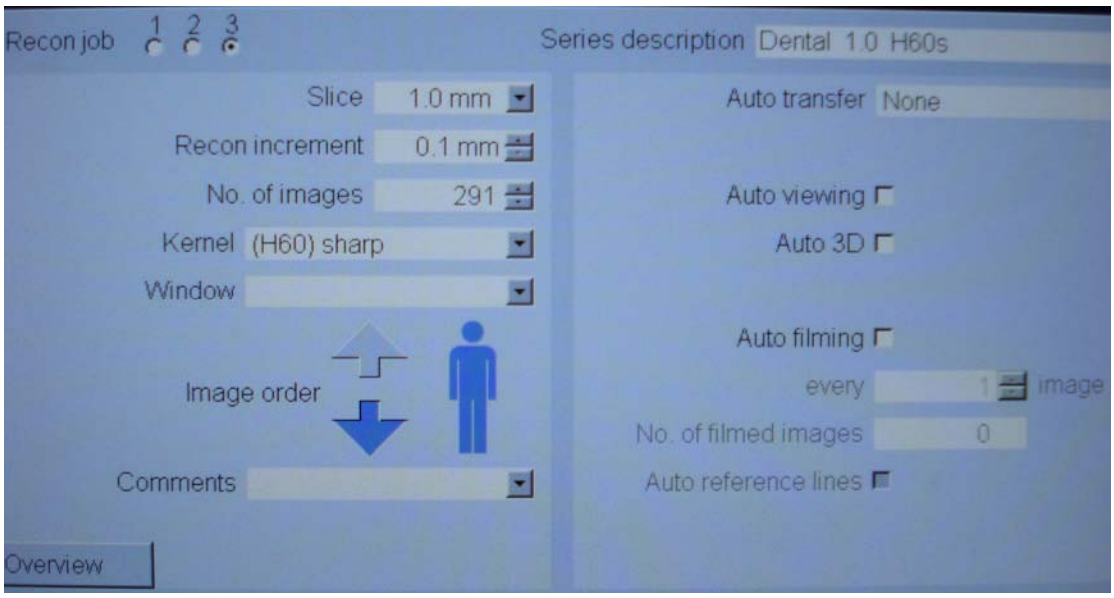
Boşluk analizi testinde 4 deney grubuna (Grup 1,2,3,4) ek olarak guta perka (Grup 5) ve Resilon (Grup 6) kontrol grupları kullanıldı. Kırma deneyi için ise preparasyon yapılmış (Grup 8) ve yapılmamış (Grup 7) gruplarda eklenerek tüm gruplar birbirleriyle karşılaştırıldı.

3.2. CT cihazında boşluk hacim analizi

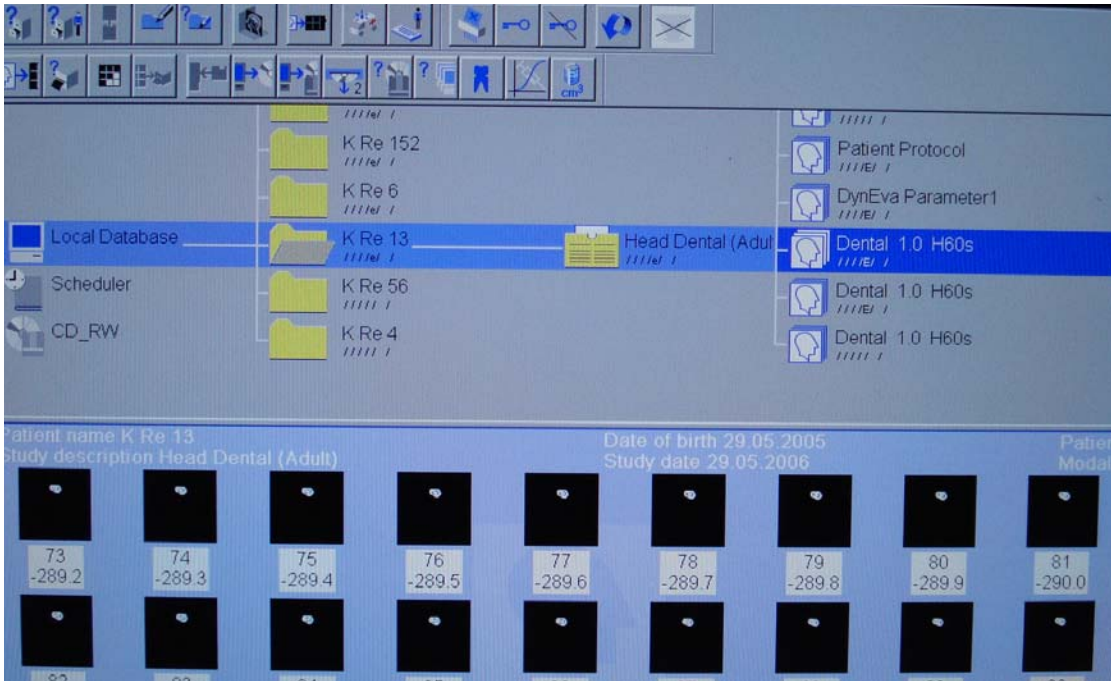
Polimerizasyonlarının tamamlanması için nemli ortamda bekletilen dişler stabilizatör yardımıyla bukkal yüzeyleri gantry beam ile çakışacak şekilde MCT cihazına sabitlendi (Resim 3.3). MCT cihazında tarama işlemi örneğin koronal başlangıcından apikaline doğru aksiyel planda gantry tilt 0° olacak şekilde, 1 mm' lik ardışık kesit, 5 cm' lik görüntü alanı, 130 kV, 45 mAs/ref ve 512x512 matriks parametreleriyle kemik algoritmi kullanılarak gerçekleştirildi (Resim 3.5, Resim 3.6, Resim 3.7). Her bir örneğin tarama süresi diş boyutuna bağlı olarak ortalama 20 sn' de tamamlandı. Multiplanar reformasyon, 3D, dental software programı (Siemens Medical Systems) ile daha sonra koronal, aksiyel ve sagital oblik düzlemlerde reformat görüntüler elde edildi. Elde edilen görüntülerden ilave rekonstrüksiyon işlemi ile 0,1 mm olacak şekilde ek görüntüler elde edildi (Resim 3.8.).



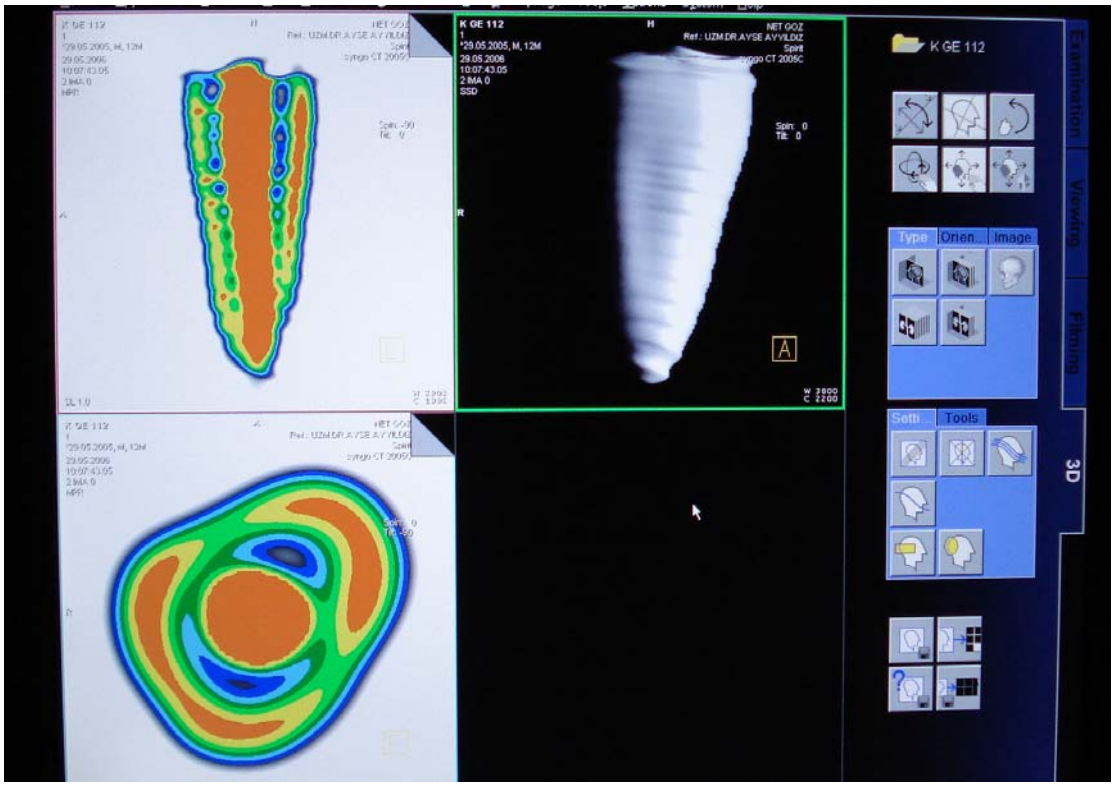
Resim 3.5. MCT cihazında taranan örneğin bilgisayar üzerine aktarılması.



Resim 3.6. MCT cihazında kesit kalınlığının belirlenmesi.

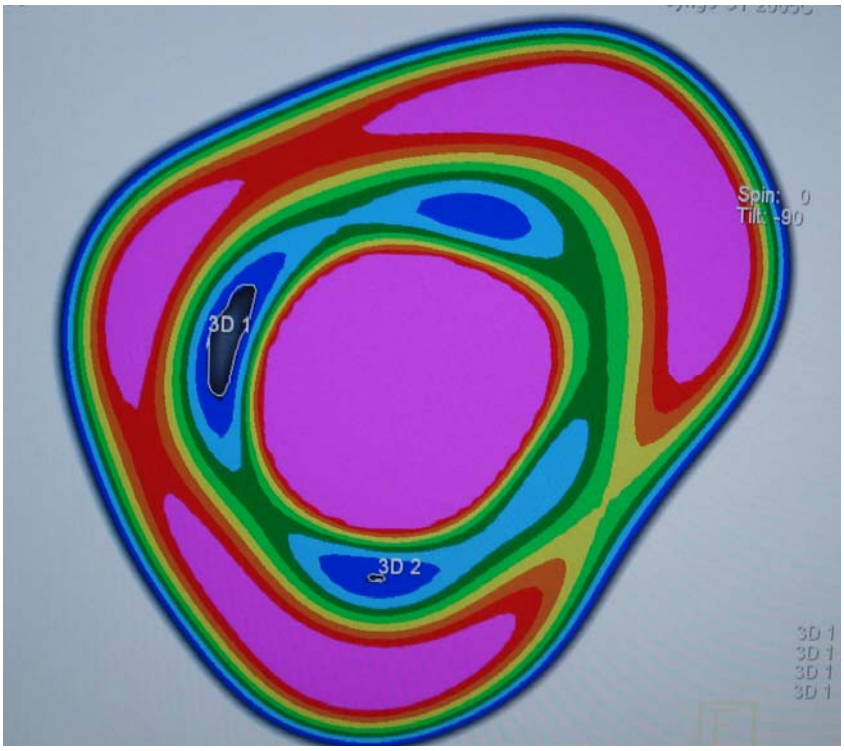


Resim 3.7. MCT cihazında reformasyon işlemi.

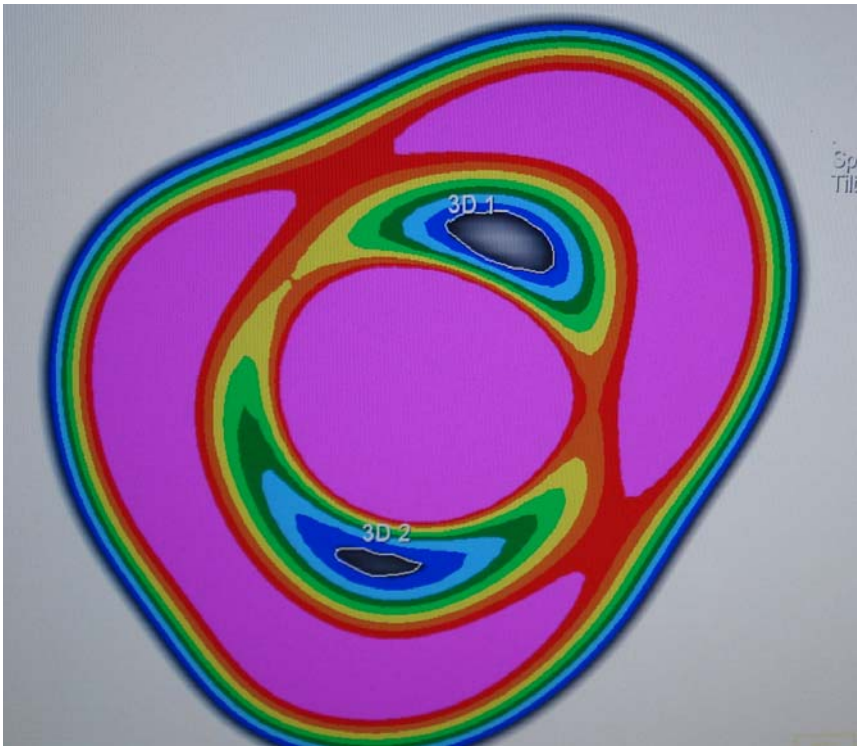


Resim 3.8. MCT cihazında taranan örneğin reformat görüntüsü.

Elde edilen reformat görüntüler üzerinde koronalden apikale kadar standart olarak 0, 1 mm' lik her üç kesitte bir boşluk hacimleri boşluğun yoğunluk farkı esas alınarak circle roie (hacim ve yoğunluk ölçer) ile ölçüldü ve elde edilen değerlerin toplamı o örnek için hacimsel boşluk değerinin belirlenmesi amacıyla kaydedildi (Resim 3.9, Resim 3.10.).



Resim 3.9. Boşluk ölçümü yapmak için koronal üçlüden alınan horizontal diş kesiti.

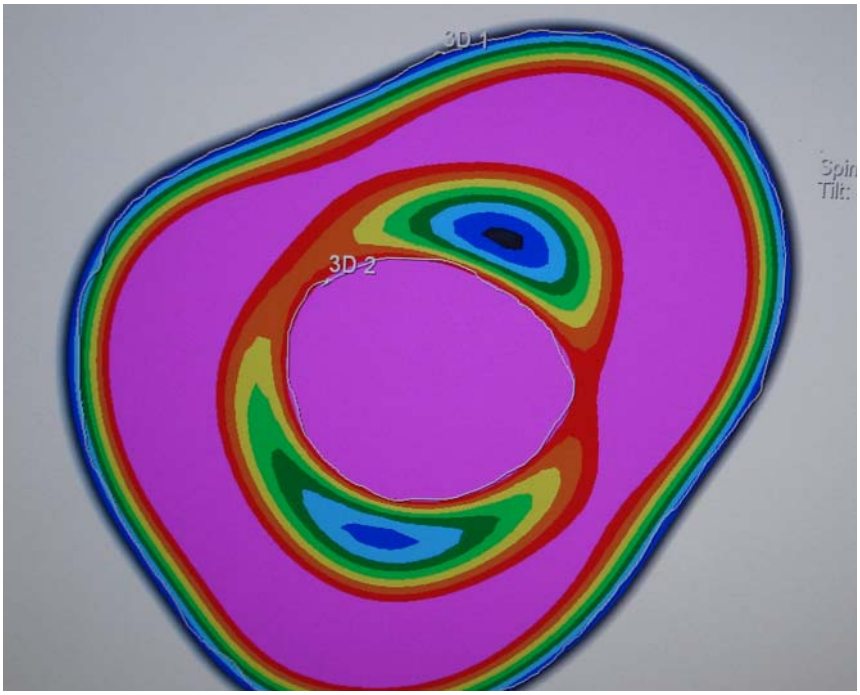


Resim 3.10. Boşluk ölçümü yapmak için orta üçlüden alınan horizontal diş kesiti.

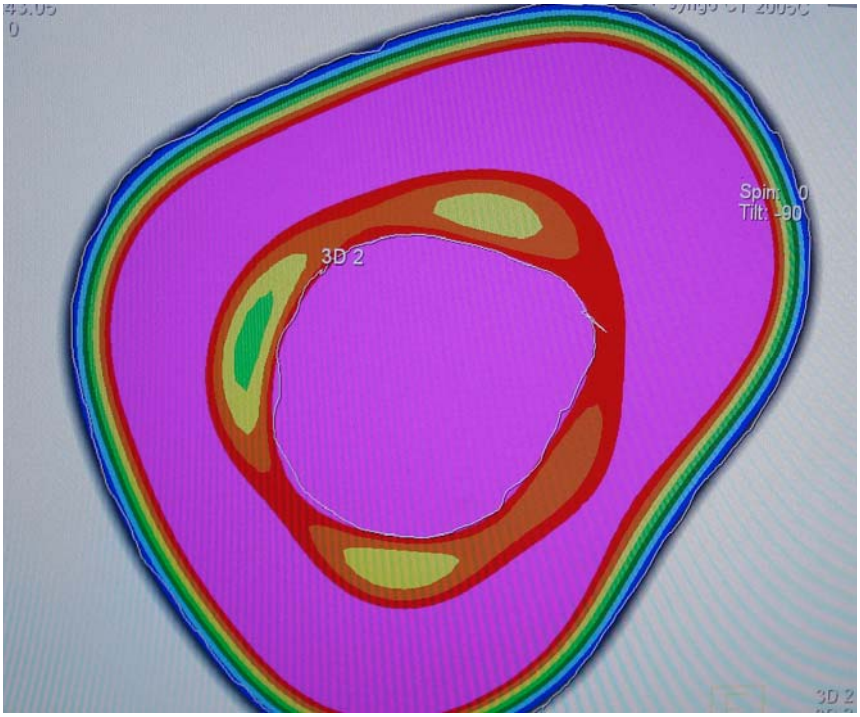
3.3. Kırma deneyinin uygulanması

Kırma deneyinin uygulanmasından önce örneklerin diş hacim değerleri ve dentin kalınlıklarının hesaplanması için MCT cihazındaki reformat görüntülerden yararlanıldı. Tüm örneklerde döner alet sistemiyle standart kanal boşluğu elde edildiği göz önüne alınarak, tüm hacimden kanal dolgusu hacminin çıkarılması yöntemiyle diş hacim değeri elde edildi. Yine üç boyutlu imajlar üzerinde boşluk ölçümüyle aynı şekilde diş hacimleri 0,1 mm' lik her üç kesitte ölçülerek toplam diş hacmi hesaplandı (Resim 3.11, Resim 3.12.).

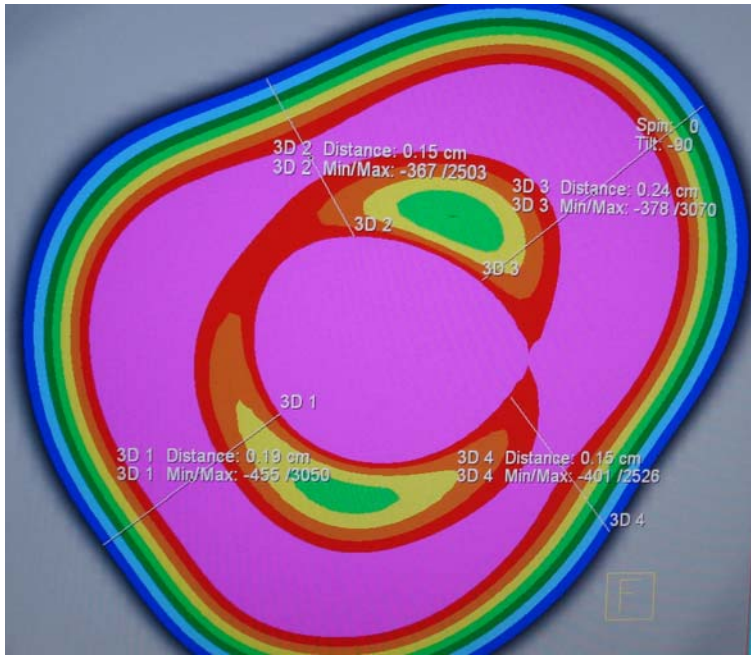
Her örnekte kırılma yönlerinin, kök dentini kalınlığıyla ilişkisini değerlendirebilmek için MCT imajları üzerinde bir tane koronal ve bir tane orta üçlüden elde edilen iki horizontal kesit üzerinde bukkal, lingual, mezial ve distal yöndeki dentin kalınlıkları hassas fare yardımıyla lineer ölçümle tespit edildi (Resim 3.13, Resim 3.14.). Kalınlık ölçümünde çizim hattının belirlenmesinde yine kanal boşluğu çapının her örnekte aynı olduğu dikkate alınarak çizim hatları işaretlendi. Daha sonra ölçülen değerlerin ortalaması alınarak her örnek için BL ve MD olarak iki sayısal veri elde edildi.



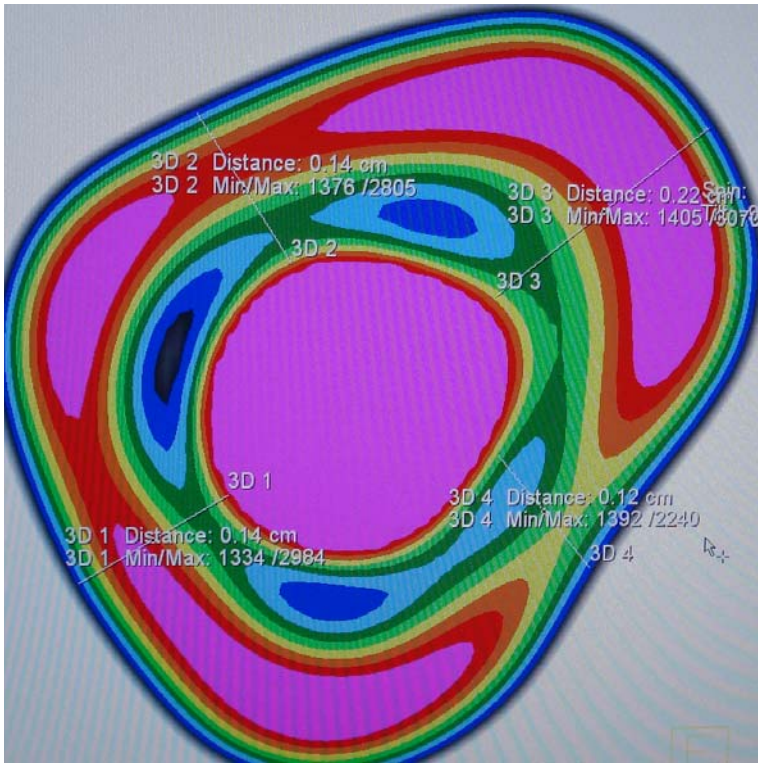
Resim 3.11. Diş hacim ölçümü yapmak için koronal üçlüden alınan horizontal diş kesiti.



Resim 3.12. Diş hacim ölçümü yapmak için orta üçlüden alınan horizontal diş kesiti.

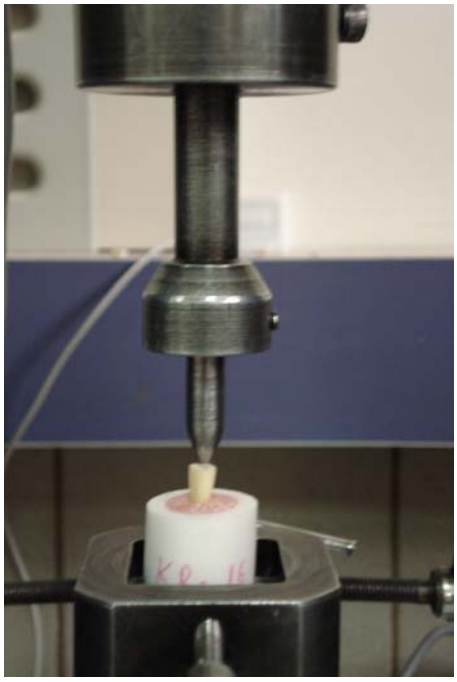


Resim 3.13. BL ve MD dentin kalınlıklarını ölçmek için koronal üçlüden alınan horizontal diş kesiti.

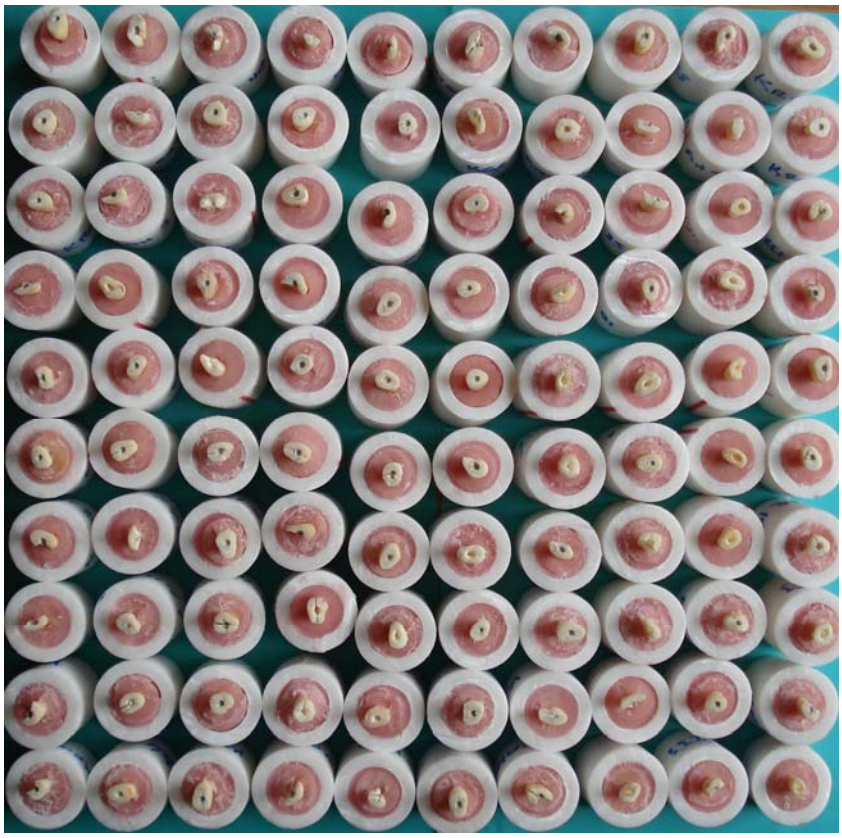


Resim 3.14. BL ve MD dentin kalınlıklarını ölçmek için orta üçlüden alınan horizontal diş kesiti.

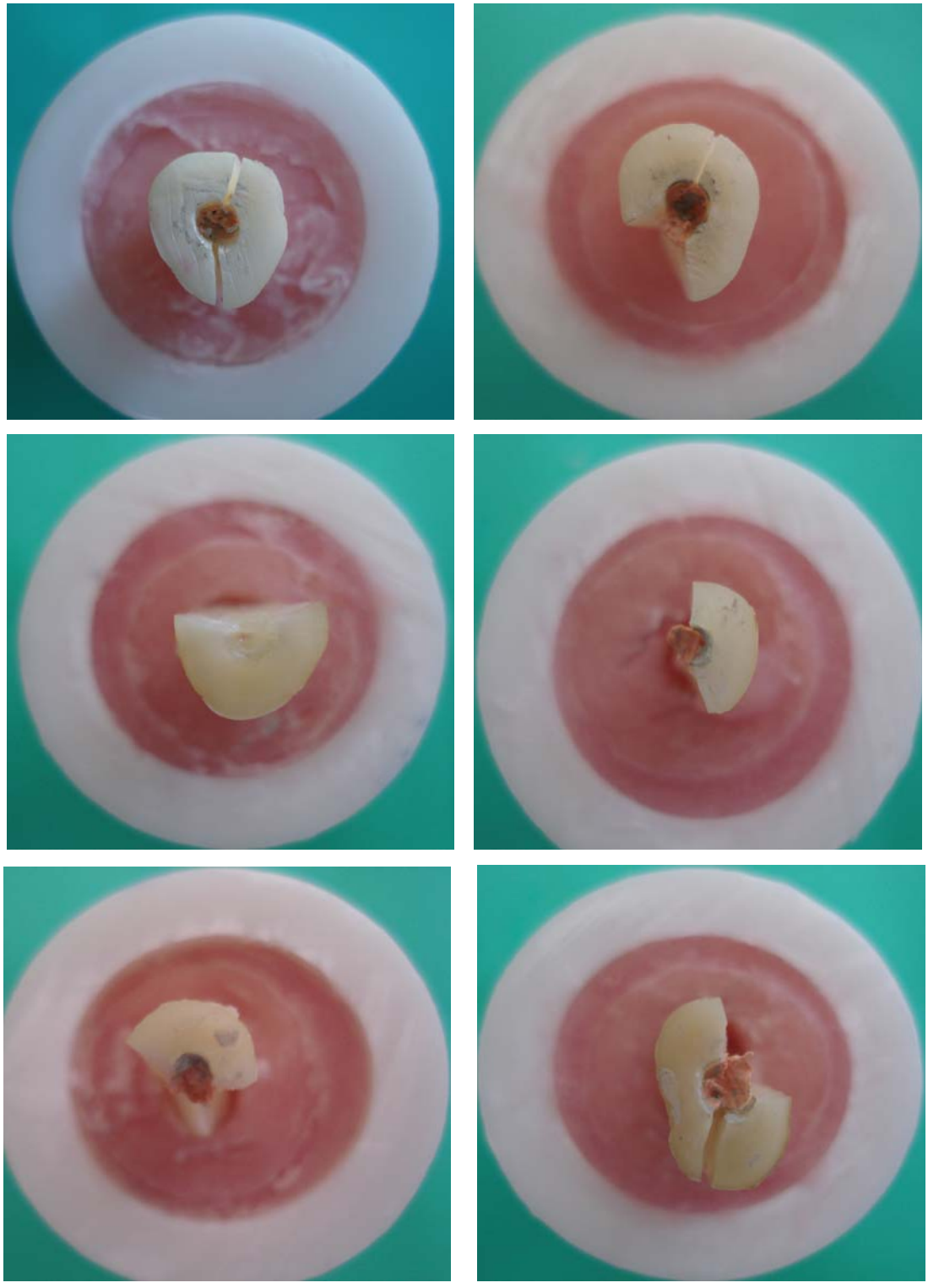
Kırma deneyini takiben kırık hattı akrilik seviyesine kadar uzanmayan örnekler stereomikroskop görüntüsünün elde edilmesi için kullanıldı. Elmas separe ile su soğutması altında akrilik seviyesi sınırında olacak şekilde (her örneğin 9 mm' lik kök kısmının akrilik dışında kaldığı göz önüne alınarak) kökler uzaklaştırıldı. Stereomikroskop kullanılarak X40 büyütme altında kanal dolgusu-kök kanal duvarı bağlantısını içerecek şekilde örneklerden fotoğraf çekildi (Resim 3.18, Resim 3.20, Resim 3.22, Resim 3.24, Resim 3.26.). Daha sonra örneklerin koronal 9. mm' sinden elde edilen MCT görüntüleri ile boşluk analizi için karşılaştırıldı (Resim 3.19, Resim 3.21, Resim 3.23, Resim 3.25, Resim 3.27.).



Resim 3.15. Kırma cihazı test düzeneği.



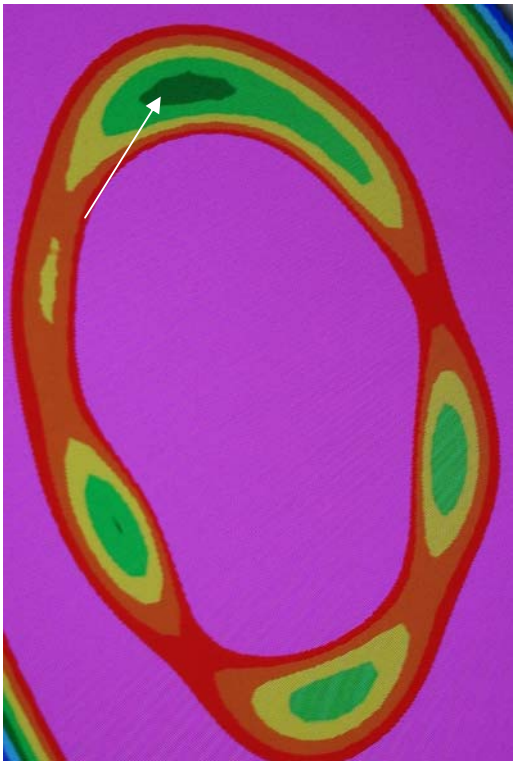
Resim 3.16. Kırma deneyi sonrası örnekler.



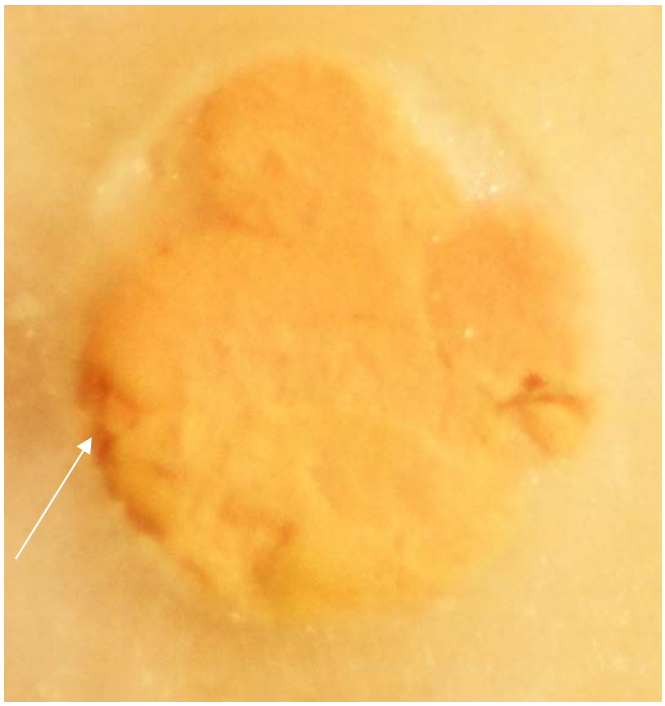
Resim 3.17. BL, MD ve K kırılma yönleri gösteren örnekler.



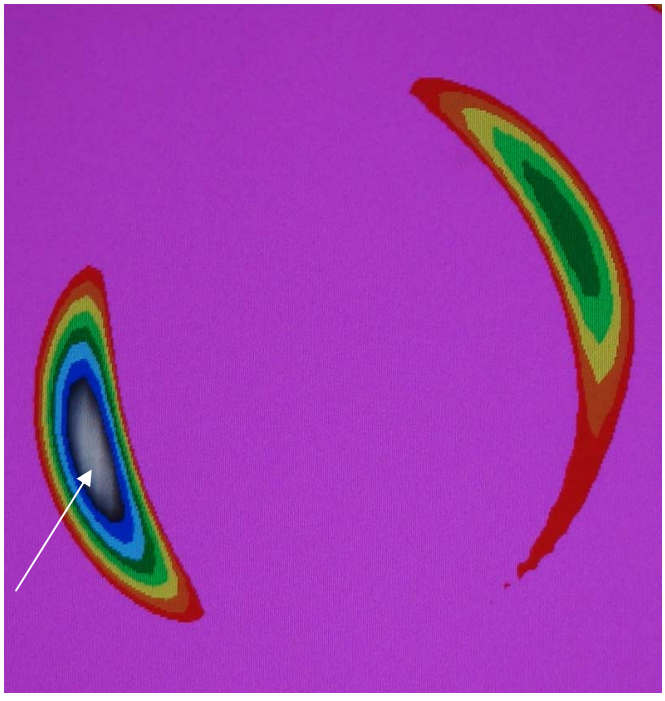
Resim 3.18. Guta perka-Epiphany grubuna ait örnekte stereomikroskop görüntüsü.



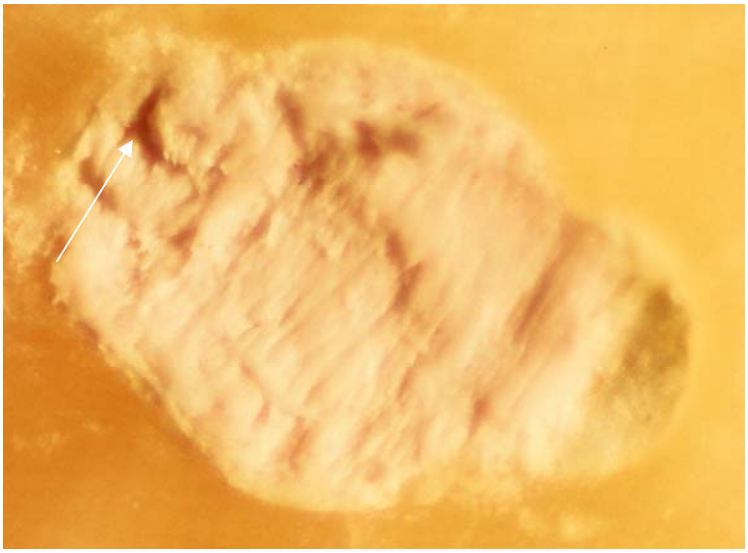
Resim 3.19. Guta perka-Epiphany grubuna ait örnekte MCT görüntüsü.



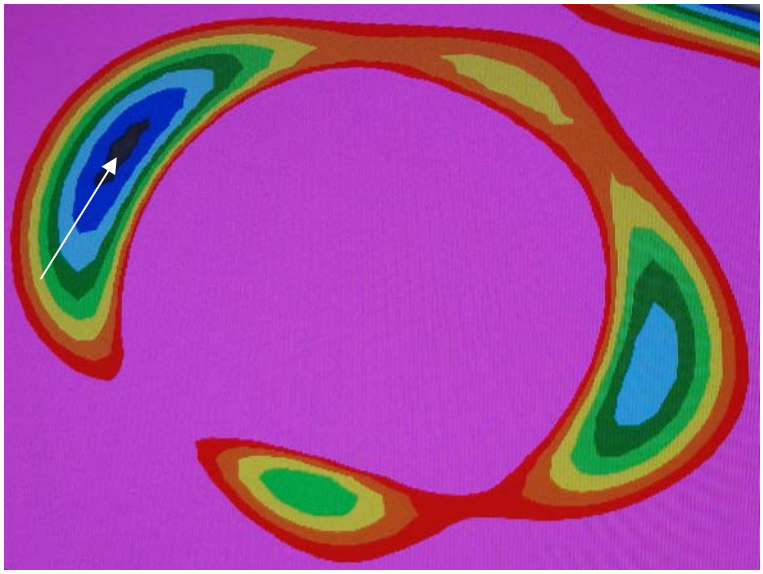
Resim 3.20. Guta perka-AH Plus grubuna ait örnekte stereomikroskop görüntüsü.



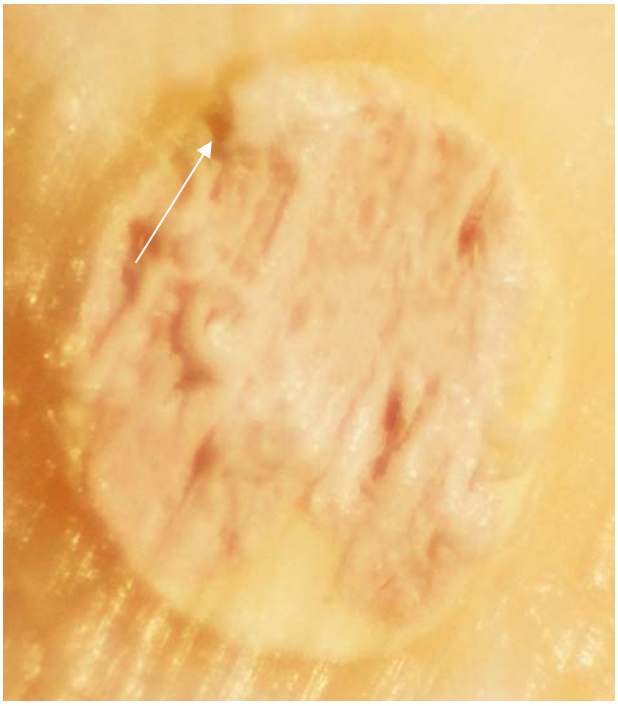
Resim 3.21. Guta perka-AH Plus grubuna ait örnekte MCT görüntüsü.



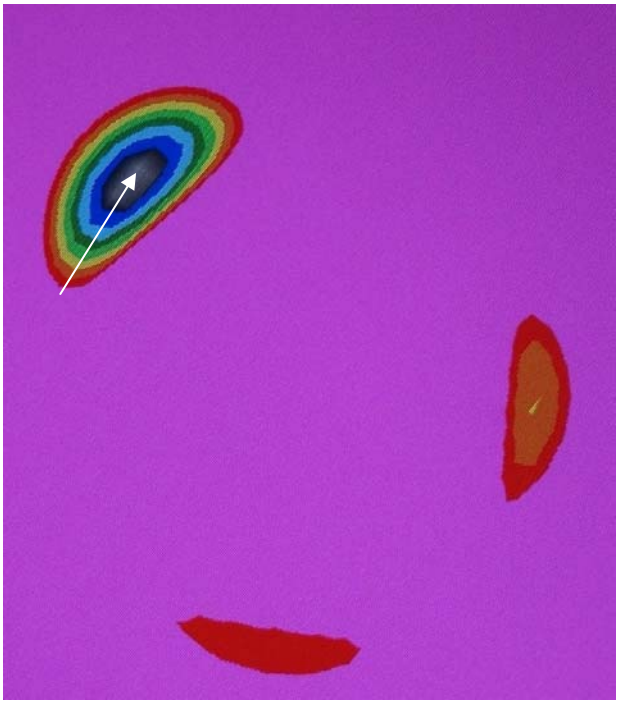
Resim 3.22. Resilon-AH Plus grubuna ait örnekte stereomikroskop görüntüsü.



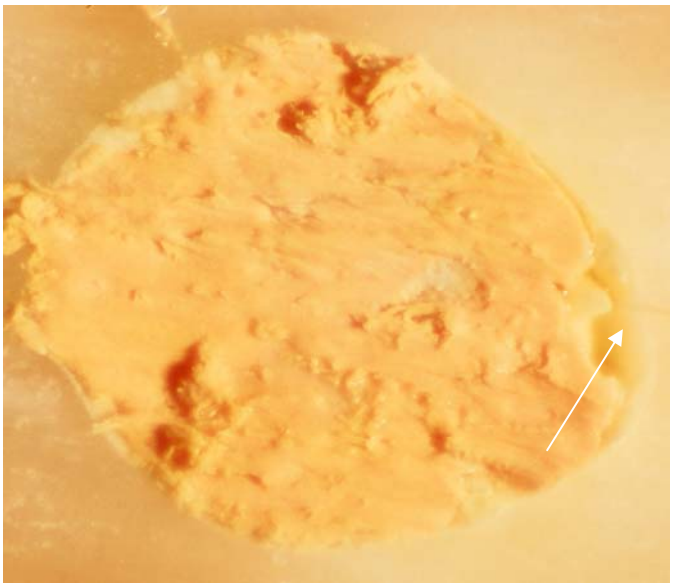
Resim 3. 23. Resilon-AH Plus grubuna ait örnekte MCT görüntüsü.



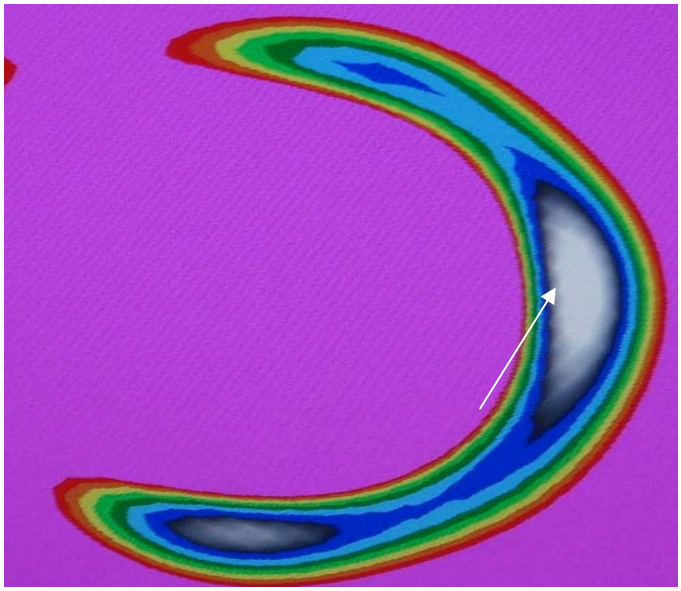
Resim 3.24. Resilon-Epiphany grubuna ait örnekte stereomikroskop görüntüsü.



Resim 3.25. Resilon-Epiphany grubuna ait örnekte MCT görüntüsü.



Resim 3.26. Guta perka grubuna ait örnekte stereomikroskop görüntüsü.



Resim 3.27. Guta perka grubuna ait örnekte MCT görüntüsü.

4. BULGULAR

Bu çalışmada 8 grupta benzer boyutlara sahip toplam 100 adet diş kullanıldı. Sırasıyla; guta perka-AH Plus (n = 15), guta perka-Epiphany (n = 15) , Resilon-AH Plus (n = 15), Resilon-Epiphany (n = 15), guta perka (n = 10), Resilon (n = 10) kanal dolgu materyalleri ile kök kanal dolguları yapılan dişler kök kanal duvarı-kanal dolgu maddesi arasındaki boşlukların değerlendirilmesi için kullanılırken, genişletilmiş (n = 10) ve genişletilmemiş (n = 10) gruplar sadece kırma deneyi için diğer gruplarla birlikte kullanıldı.

4.1. Boşluk hacim ölçümü deneyi test sonuçları

MCT cihazında tarama işlemini takiben kaydedilen ölçümler kullanılarak yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda gruplar arasında istatistiksel açıdan fark olup olmadığını belirlemek amacıyla asgari önemli fark (LSD) testi uygulandı. Test gruplarında ölçülen kök kanal dolgusu-kanal duvarı arasındaki boşluk hacim değerleri ve gruplar arası istatistiksel değerlendirme Tablo 4.1' de verilmiştir.

Tablo 4.1. Boşluk hacim değerleri ve istatistiksel test sonuçları.

Dolgu maddesi	Grup no	n	Boşluk hacim Ort±SS(mm^3)*	Min-Max(mm^3)
Guta perka + AH Plus	1	15	0,23333±0,19518ab	0,1-0,8
Guta perka + Epiphany	2	15	0,18667±0,10601b	0,1-0,4
Resilon + AH Plus	3	15	0,35333±0,24746a	0,1-0,9
Resilon + Epiphany	4	15	0,20667±0,10328ab	0,1-0,4
Guta perka	5	10	0,34000±0,15811a	0,1-0,6
Resilon	6	10	0,27000±0,17746a	0,1-0,5

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası farklar istatistiksel açıdan önemli değildir (p>0,05).

Sonuç;

1. Gruplar arasında hacimsel boşluk miktarları esas alınarak yapılan istatistiksel test sonucunda tüm gruplarda ve her örnekte kök kanalı duvarı ve kanal dolgu maddesi arasında boşluğa rastlandı. Ancak örneklerde MCT ve stereomikroskop görüntüleri karşılaştırıldığında; MCT cihazında her örnekte gözlenen boşlukların stereomikroskopta bazı örneklerde görülmediği bulundu.

2. Guta perka-Epiphany (Grup 2) grubunda kök kanal duvarı-kanal dolgu maddesi arasında, Resilon-AH Plus (Grup 3), Guta perka (Grup 5) ve Resilon (Grup 6) gruplarına oranla istatistiksel açıdan önemli derecede az boşluğa rastlandı ($p<0,05$).

3. Guta perka-Epiphany (Grup 2) ile guta perka-AH Plus (Grup 1) ve Resilon-Epiphany (Grup 4) arasında anlamlı farka rastlanmadı ($p>0,05$).

4. Guta perka-Epiphany (Grup 2) dışındaki deney grupları (Grup 1, 3, 4) guta perka (Grup 5) ve Resilon (Grup 6) kontrol gruplarıyla benzer boşluk değerleri gösterdi ($p>0,05$).

4.2. Kırma deneyi test sonuçları

Test edilen gruplarda kırma deneyinden ve MCT ile yapılan incelemelerden elde edilen veriler istatistiksel analizler için düzenlendi.

MCT cihazında elde edilen üç boyutlu görüntü üzerinde yüzde bir hassasiyete sahip bir mikrometre ile her kökte servikalde BL, MD dentin kalınlığı ve kök boyu olarak ölçülen değerler ve dişler arasında anlamlı fark olup olmadığını gösteren tek yönlü varyans analizi Tablo 4.2' de verilmiştir.

Kırma deneyinde kullanılan dişlerin hepsinde üç boyutlu MCT imajları üzerinde kalan diş hacmi ölçüldü ve tek yönlü varyans analizi uygulandı. Karşılaştırılan sekiz gruptan hangileri arasında fark olduğunu belirlemek amacıyla LSD testi kullanıldı. Tablo 4.3' te gruplar arasındaki fark harflerle ifade edilmiştir.

Tablo 4.2. BL, MD dentin kalınlığı ve kök boyu olarak ölçülen değerlerin grup ortalamaları ve standart sapmaları (Ort±SS), Min-Max değerleri ve dişler arasında anlamlı fark olup olmadığını gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları.

Grup no	n	Kök (mm) Ort±SS	min-max	BL(mm) Ort±SS	Min-max (mm)	MD(mm) Ort±SS	min-max (mm)
1	15	14,88±0,38	14,00±15,41	7,72±0,62	7,16±9,13	5,72±0,33	5,28±6,56
2	15	14,68±0,38	14,11±15,33	7,51±0,58	6,80±8,51	5,62±0,41	5,11±6,25
3	15	14,89±0,32	14,21±15,28	7,39±0,46	6,65±8,05	5,67±0,39	4,97±6,30
4	15	14,78±0,34	14,13±15,26	7,27±0,70	6,17±8,24	5,63±0,36	5,03±6,12
5	10	14,96±0,38	14,10±15,33	7,82±0,77	6,63±8,93	5,65±,29	5,24±6,31
6	10	14,96±0,29	14,52±15,34	7,85±0,60	7,14±8,57	5,81±0,25	5,41±6,14
7	10	14,69±0,52	14,00±15,23	7,79±0,62	6,60±8,52	5,79±0,42	5,10±6,36
8	10	14,95±0,39	14,00±15,36	7,29±0,50	6,41±7,76	5,50±0,40	5,16±6,37
p		0,367		0,087		0,612	

Tablo 4.3. Diş hacim değerleri ve istatistiksel test sonuçları.

Dolgu Maddesi	Grup no	n	Diş hacmi Ort±SS (mm^3)*	Min-Max (mm^3)
Guta perka + AH Plus	1	15	2,3267±0,6170b	1,5-3,8
Guta perka + Epiphany	2	15	2,1267±0,7421b	1,2-3,4
Resilon + AH Plus	3	15	2,2267±0,4044b	1,4-2,7
Resilon + Epiphany	4	15	2,1067±0,6341b	1,3-3,6
Guta perka	5	10	2,5700±0,5376b	1,7-3,6
Resilon	6	10	2,5400±0,5125b	1,8-3,5
Genişletilmemiş	7	10	3,4800±0,3155a	2,8-3,8
Genişletilmiş	8	10	2,5000±0,7439b	1,4-3,6

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası farklar istatistiksel açıdan önemli değildir ($p>0,05$).

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre en yüksek diş hacmine genişletilmemiş grup (Grup 7) sahipken (3,4800±0,3155), en düşük hacim değeri Resilon-Epiphany grubuna (Grup 4) aitti (2,1067±0,6341). Genişletilmemiş grup diğer gruplardan (Grup 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8)

istatistiksel olarak önemli oranda farklı iken ($p<0,05$), Grup 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 arasında farka rastlanmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.3).

Kırma testini takiben dişlerde kırılma yönünü belirlemek için yapılan incelemede kırık hatları, BL, MD ve K olarak üç gruba ayrıldı. Örneklerde kaydedilen kırılma yönünün BL ve MD dentin kalınlıkları ile istatistiksel açıdan ilişkisini belirlemek amacıyla yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda önemli çıkan gruplar arasında LSD testi kullanılarak gruplar arasındaki fark değerlendirildi. Yapılan analiz sonucunda grupların hiçbirisinde, elde edilen dentin kalınlıkları ve kırılma yönleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı görüldü. Kırılma yönlerinin gruplar arası dağılımı ve kırılma yönleri-dentin kalınlıkları arasındaki istatistiksel analiz sonuçları Tablo 4.4' te verilmiştir.

Tablo 4.4. Kırılma yönlerinin gruplar arası dağılımı ve kırılma yönleri-dentin kalınlıkları arasındaki istatistiksel analiz sonuçları.

Dolgu maddesi	Grup no	n	Kırılma yönü ve sayısı		BL dentin kalınlığı (mm) Ort±SS	MD dentin kalınlığı (mm) Ort±SS
Guta perka + AH Plus	1	15	BL MD K	4 2 9	1,2188±0,2276 1,3375±0,1237 1,3806±0,2291	1,0563±0,2633 0,8500±0,0000 0,7778±0,1372
Guta perka + Epiphany	2	15	BL MD K	9 3 3	1,4361±0,2913 1,3167±0,3106 1,3167±0,0382	0,8667±0,2229 0,8500±0,1392 0,7333±0,1010
Resilon + AH Plus	3	15	BL MD K	10 5 0	1,385±0,0266 1,213±0,0325	0,875±0,170 0,848±0,107
Resilon + Epiphany	4	15	BL MD K	5 7 3	1,4900±0,3412 1,2286±0,1782 1,2167±0,2082	0,8650±0,3055 0,8036±0,1564 0,7583±0,1465
Guta perka	5	10	BL MD K	5 2 3	1,5700±0,2260 1,5875±0,2652 1,1250±0,2646	0,8100±0,2247 0,9750±0,1768 0,7750±0,2046
Resilon	6	10	BL MD K	6 4 0	1,588±0,195 1,431±0,166	0,971±0,233 0,9301±0,417
Genişletilmemiş	7	10	BL MD K	10 0 0	2,6875±0,2762	1,8150± 0,1959
Genişletilmiş	8	10	BL MD K	3 7 0	2,000±0,218 2,064±0,379	1,3333±0,0289 1,293±0,233

BL ve MD dentin kalınlıkları ortalamaları ve gruplar arası fark açısından istatistiksel test sonuçları Tablo 4.5 ve Tablo 4.6' da verilmiştir.

Tablo 4.5. BL dentin kalınlıkları ve gruplar arası istatistiksel test sonuçları.

Dolgu Maddesi	Grup no	n	BL dentin kalınlıkları Ort±SS (mm)*	Min-Max (mm)
Guta perka + AH Plus	1	15	1,3317±0,2176c	0,925-1,775
Guta perka + Epiphany	2	15	1,3883±0,2572c	1,15-2,025
Resilon + AH Plus	3	15	1,3417±0,2735c	0,75-1,725
Resilon + Epiphany	4	15	1,3133±0,2642c	1-1,625
Guta perka	5	10	1,4400±0,3056c	0,825-1,925
Resilon	6	10	1,5250±0,1918c	1,2-1,75
Genişletilmemiş	7	10	2,6875±0,2762a	2,1-3,075
Genişletilmiş	8	10	2,0450±0,3274b	1,75-2,625

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası farklar istatistiksel açıdan önemli değildir ($p>0,05$).

Gruplar arasındaki BL dentin kalınlıklarının varyans analizi ve LSD analizi ile değerlendirilmesi sonucunda guta perka-AH Plus (Grup 1) (1,3317±0,2176 mm), guta perka-Epiphany (Grup 2) (1,3883±0,2572 mm), Resilon-AH Plus (Grup 3) (1,3417±0,2735 mm), Resilon-Epiphany (Grup 4) (1,3133±0,2642 mm) arasında anlamlı farka rastlanmazken, genişletilmemiş (Grup 7) (2,6875±0,2762 mm) ve genişletilmiş (Grup 8) gruplar (0,20450±0,3274 mm) birbirlerinden ve diğer gruplardan (Grup 1, 2, 3, 4, 5, 6) istatistiksel açıdan önemli olacak şekilde farklı çıkmıştır ($p<0,05$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.6. MD dentin kalınlıkları ve gruplar arası istatistiksel test sonuçları.

Dolgu Maddesi	Grup no	n	MD dentin kalınlıkları Ort±SS (mm)*	Min-Max (mm)
Guta perka + AH Plus	1	15	0,8617±0,2024b	0,55-1,45
Guta perka +Epiphany	2	15	0,8367±0,1885b	0,625-1,175
Resilon + AH Plus	3	15	0,8893±0,1687b	0,65-1,2
Resilon + Epiphany	4	15	0,8150±0,2046b	0,55-1,375
Guta perka	5	10	0,8325±0,2028b	0,6-1,175
Resilon	6	10	1,7850±0,26312a	0,625-1,325
Genişletilmemiş	7	10	1,8150±0,1959a	1,475-2,15
Genişletilmiş	8	10	1,3050±0,1914ab	1,05-1,475

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası farklar istatistiksel açıdan önemli değildir (p>0,05).

Dentin kalınlıklarının MD yöndeki değişimlerinin gruplar arasındaki farklılıkları varyans analizi ve LSD testi ile incelendiğinde ise **g**uta perka-AH Plus (Grup 1) (0,8617±0,2024 mm), guta perka-Epiphany (Grup 2) (0,8367±0,1885 mm), Resilon-AH Plus (Grup 3) (0,8893±0,1687 mm), Resilon-Epiphany (Grup 4) (0,8150±0,2046 mm), guta perka (Grup 5) (0,8325±0,2028) grupları arasında ve bu gruplarla genişletilmiş (Grup 8) (1,3050±0,1914 mm) grup arasında önemli bir farka rastlanmamıştır (p>0,05). Resilon (Grup 6) (1,7850±2,6312) ve genişletilmemiş (Grup 7) (1,8150±0,1959 mm) gruplar, genişletilmiş (Grup 8) (1,3050±0,1914 mm) ile benzer ancak diğer gruplardan (Grup 1, 2, 3, 4, 5) önemli derecede fazla dentin kalınlıkları göstermiştir (p<0,05) (Tablo 4.6).

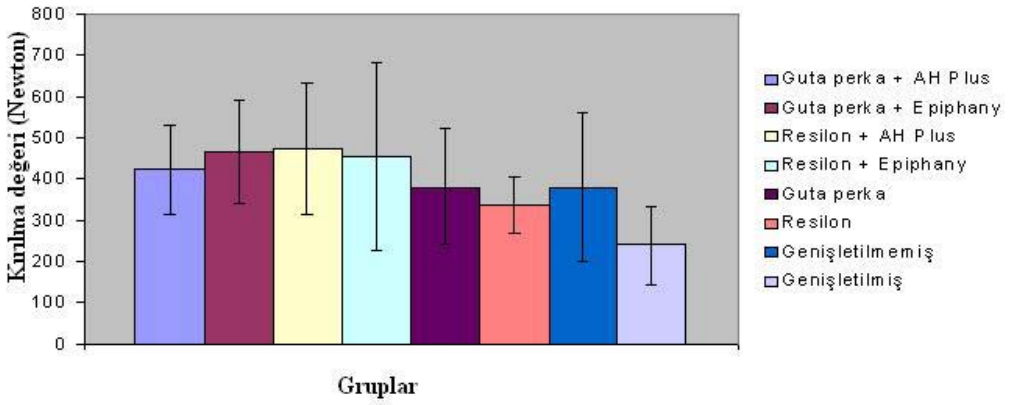
Her örnekten Newton (N) cinsinden elde edilen kırılma değerleri kullanılarak gruplar arası farkın istatistiksel öneminin belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi ve aralarındaki fark önemli çıkan gruplar arasında LSD testi uygulandı. Yapılan istatistiksel analizde deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edildi. Kırma deneyi sonuçları ve istatistiksel analiz bulguları Tablo 4.7' de verilmiştir.

Tablo 4.7. Kırma deneyi sonuçları ve LSD analiz bulguları.

Dolgu Maddesi	Grup no	n	Kırılma değeri Ort±SS (N)*	Min-Max (N)
Guta perka + AH Plus	1	15	422,8±108,1(a)	276,94-660,21
Guta perka + Epiphany	2	15	465,7±125,6(a)	260,55-715,35
Resilon + AH Plus	3	15	473,6±159,8(a)	228,57-849,55
Resilon + Epiphany	4	15	453,1±227,2(a)	126,45-898,20
Guta perka	5	10	380,9±141,8(a)	241,03-584,87
Resilon	6	10	335,6±67,7(ab)	216,31-447,92
Genişletilmemiş	7	10	379,6±180,2(a)	131,26-697,39
Genişletilmiş	8	10	239,4±94,4(b)	88,68-367,68

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası farklar istatistiksel açıdan önemli değildir (p>0,01).

Kırma deneyi sonucunda Resilon-AH Plus (Grup 3) en yüksek kırılma değeri ortalaması gösterirken (473,6 N), en düşük kırılma değeri ortalaması, prepare edilmiş ancak kök kanal dolgusu yapılmamış olan genişletilmiş grupta (Grup 8) gözlendi (239,4 N). Diğer gruplardaki ortalama değerler sırasıyla guta perka-AH Plus (Grup 1) 422,8 N, guta perka-Epiphany (Grup 2) 465,7 N, Resilon-Epiphany (Grup 4) 453,1 N, guta perka (Grup 5) 380,9 N, Resilon (Grup 6) 335,6 N, genişletilmemiş (Grup 7) 379,6 N olarak tespit edildi (Tablo 4.7, Grafik 4.1).



Grafik 4.1. Kırılma değerleri ve gruplar arası dağılımı.

Sonuç olarak;

1. BL dentin kalınlığı bakımından en yüksek değeri genişletilmemiş grup (Grup 7) gösterdi. Genişletilmemiş (Grup 7) ve genişletilmiş (Grup 8) gruplar birbirlerinden ve diğer gruplardan (Grup 1, 2, 3, 4, 5, 6) anlamlı derecede farklı BL dentin kalınlıkları gösterirken ($p<0,05$), diğer grupların (Grup 1, 2, 3, 4, 5, 6) benzer değerlere sahip olduğu gözlendi ($p>0,05$).

2. Gruplar arasında MD yöndeki dentin kalınlıkları incelendiğinde Resilon (Grup 6) ve genişletilmemiş grup (Grup 7), genişletilmiş grup (Grup 8) dışındaki diğer gruplardan (Grup 1, 2, 3, 4, 5) istatistiksel açıdan önemli derecede daha fazla MD dentin kalınlığına sahipken ($p<0,05$), diğer grupların (Grup 1, 2, 3, 4, 5) MD detin kalınlıkları benzer bulunmuştur ($p>0,05$).

3. Kalan diş yapılarının hacimsel incelemesinde genişletilmemiş grubun (Grup 7) diş hacmi diğer gruplardan (Grup 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8) istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunurken, Grup 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 arasındaki farkın önemli olmadığı gözlendi.

4. Guta perka-AH Plus (Grup 1), guta perka-Epiphany (Grup 2), Resilon-AH Plus (Grup 3), Resilon-Epiphany (Grup 4) grupları benzer kırılma değerleri gösterdi ($p>0,05$).

5. Genişletilmiş grup (Grup 8), Resilon (Grup 6) hariç diğer grupların hepsinden (Grup1, 2, 3, 4, 5, 7) istatistiksel açıdan önemli derecede daha düşük kırılma değeri gösterdi ($p<0,05$).

7. Kanal dolgu patı kullanılmayan guta perka (Grup 5) ve Resilon (Grup 6) kontrol grupları ile deney grupları arasında (Grup 1, 2, 3, 4) kırılma değerleri bakımından anlamlı bir farka rastlanmadı ($p>0,05$).

8. Genişletilmemiş grup (Grup 7) ile kanal dolguları yapılan diğer gruplar (Grup 1, 2, 3, 4, 5, 6) arasında kırılmaya direnç bakımından anlamlı farka rastlanmadı ($p>0,05$).

9. Her dişte BL, MD ya da K olarak kaydedilen kırılma yönleri ile BL ve MD dentin kalınlıklarının değerlendirilmesi sonucunda; test edilen grupların hiç birinde (Grup 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) BL ya da MD dentin kalınlığının, kırılma yönünü belirleme de bir fark oluşturmadığı gözlendi. Bununla birlikte, BL yöndeki kırılma tüm örneklerin %52' sinde görülürken, MD yöndeki kırılma % 30, K kırılma ise % 18 oranında gözlendi.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

İlk endodontik tedavinin bronz bir pin kullanılarak yapıldığı yaklaşık 2000 yıl öncesinden bugüne kadar, kullanılan materyaller ve bu materyalleri inceleyen test metotlarında pek çok yenilik olmuştur (Uzel 2000). İnsan ihtiyaçlarının artmasına paralel olarak teknolojide meydana gelen ilerlemeler, endodontik tedavinin amacı olan; dişi apikal ve koronal yöndeki sızıntıya karşı korumak ve dişte kaybolan madde miktarını, dişin direncini artıracak ve ağızda fonksiyonel kullanımını sağlayacak şekilde yerine koyabilmek için yeni fırsatlar ortaya çıkarmaktadır (Taylor ve ark 1997, Gilbert ve ark 2001, Teixeira ve ark 2004).

Tüm kök kanalının üç boyutlu olarak tam bir şekilde doldurulması endodontik tedavinin bahsedilen işlevlerini yerine getirmesi için aranan en önemli özelliktir (Ingle (1994, Petersson ve ark 1986). Schilder (1967) başarılı bir kök kanal tedavisinin anahtarının kök kanal boşluğunun üç boyutlu olarak doldurulması olduğunu söylemiştir. Kullanılan kanal dolgu teknikleri ve materyallerinin in vivo olarak incelenmesi mümkün olmakla birlikte, uzun gözlem periyodlarının ve hasta takibinin zor olması, değerlendirme kriterlerinin standart hale getirilememesi ve uygulayıcı kabiliyetine göre sonuçların değişmesi nedeniyle in vitro tekniklerin kullanımı gündeme gelmiştir (AliGhamdi ve Wennberg 1994).

Kök kanal dolgusunun kalitesini değerlendirmek amacıyla sızıntı, çözünürlük, boyutsal stabilite ve dentin ve guta perkaya adezyon çalışmaları gibi pek çok in vitro metot bulunmaktadır (Taylor ve ark 1997, Tagger ve ark 2003a, Gogos ve ark 2004, Versiani ve ark 2006). Ancak bu metotların tekrarlanabilirlik ve standardizasyon açısından modifikasyonlara ihtiyaçları vardır (AliGhamdi ve Wennberg 1994).

Sızıntı çalışmaları incelendiğinde benzer deney metotları kullanıldığında bile sonuçların çok değişken olabileceği görülmektedir (Goldman ve ark 1980, Beatty ve ark 1986, Wu ve Wesselink 1993). Bir kanal dolgu patının iyi tıkama kabiliyetine ek olarak (Branstetter ve von Fraunhofer 1982) dentine ve kor materyaline iyi bağlantı sağlaması da gerekmektedir (Spangberg 1998). Farklı kanal dolgu maddelerinin kök dentinine bağlantı dayanımlarını inceleyen metotlar arasında, sonuçlar bakımından varyasyonlar gözlenmektedir (Teixeira ve ark 2004, Üngör ve ark 2006, Tunga ve Bodrumlu 2006, Stratton ve ark 2006). Bu farklılıklar uygulayıcılara, dikkate alınan kriterlere ve kullanılan

dişlerdeki yapısal değişkenlere bağlı olarak değişebileceği gibi, test metotlarının değerlendirme kabiliyetlerine bağlı olarakta farklılıklar gösterebilir (AliGhamdi ve Wennberg 1994).

Tam tıkama sağlayan bir kök kanal dolgusu elde etmek için araştırıcılar, farklı dolgu tekniklerini, çeşitli dolgu materyallerini ve kök kanal dolgusunun sızdırmazlığını etkileyebilecek teknik faktörleri (uygulayıcı tecrübesi v.b.) karşılaştırmışlardır (Dagher ve Yared 1995, Wolcott ve ark 1997, Wu ve ark 1998). Kanal dolgu materyallerinin mikrosızıntısının incelenmesi yöntemiyle kök kanal dolgusunun kalitesini değerlendiren farklı metotlar mevcuttur. Boya penetrasyonu (Starkey ve ark 1993), bakteriyel sızıntı (Chailertvanitkul ve ark 1996), radyoaktif maddelerin penetrasyonu (Matloff ve ark 1982), sıvı filtrasyon testi (Depraet ve ark 2005), sert doku çözünmesinin incelenmesi (Larder ve ark 1976), ya da dişin şeffaflaştırılması (Robertson ve ark 1985), elektrokimyasal sızıntı testleri (Mattison ve von Fraunhofer 1983) ve SEM (scanning electron microscope) analiz (Sugawara ve ark 1990) yöntemleri bunlar arasındadır.

Materyallerin tıkama kabiliyetlerini değerlendirmek için kullanılan test metotlarının temel prensipleri aynı olmakla birlikte, etkinliklerinin artırılması için modifikasyonlar uygulanmıştır. Örneğin boya penetrasyonu testinde kök kanalındaki boşluklarda kalan havanın sıvı geçişine engel olacağı düşünülerek vakum teknikleri uygulanmış (Goldman ve ark 1989) ancak sonuçta bu yönteminde tek başına etkili olmadığı gözlenmiştir (Peters ve Harrison 1992). Delivanis ve Chapman (1982) benzer şekilde kök kanal dolguları yapılan dişlerde farklı metotlarla mikrosızıntıyı incelemişler ve metotlar arası farkın önemli olmadığını rapor etmişlerdir.

Jacobson ve von Fraunhofer (1976) sızıntı çalışmalarında elektrokimyasal metot kullanımının daha objektif bulgu verebileceğini bildirmişlerdir. Ancak Pommel ve ark (2001) elektrokimyasal sızıntı yöntemini boya penetrasyonu ve daha yeni olan sıvı filtrasyon tekniği ile karşılaştırmışlar ve bu üç metot arasında sonuçlar yönünden bir ilişki bulamamışlardır. Görüldüğü gibi yaygın olarak kullanımlarına rağmen sızıntı metotlarının çoğu birbiriyle çelişmekte ve objektif bir analiz yapılmasında yetersiz kalmaktadır. Bunun nedeni bu çalışmalarda kullanılan stereomikrograflar, otoradyograflar ya da elektron mikrograflarının kişinin yorumuna göre değişebilmesi ve standardize edilememesidir (Haikel ve ark 1999). Ayrıca sızdırmazlık testlerinin uygulandığı laboratuvarlar arasındaki sonuçların değişkenliği yanında, aynı laboratuvarda uygulansa bile tekrarlanabilirliklerinin

olmayışı nedeniyle test sonuçları arasında farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Cohen ve ark 1985, Wu ve Wesselink 1993).

Bu çalışmada in vitro olarak geleneksel kanal dolgu maddeleri ile Epiphany obturasyon sisteminin kullanıldığı dişlerde boşluk miktarını karşılaştırmak için endodontik tedavide son dönemde kullanılmaya başlanan MCT cihazı kullanıldı. Endodonti ile ilgili literatür incelendiğinde kanal dolgu maddelerinin boşluk değerlendirmesinin yapıldığı sadece birkaç çalışma olduğunu görmekteyiz. Mutal ve Gani (2005) kanal dolgu patlarının içinde ve yüzeyinde oluşan boşlukları incelerken, Epley ve ark (2006) guta perka veya Resilon materyalleri ile kanal dolguları yaptıkları dişlerde, pat ve kor materyali arasında kalan boşlukları karşılaştırmışlardır. Hugh ve ark (2005) bizim çalışmamıza benzer olarak kanal dolguları yapılan dişlerde guta perka-kök kanal duvarı arasındaki boşluk varlığını mikroskop altında incelemişlerdir. Bu çalışmada bilgisayar üzerine aktarılan iki boyutlu görüntüler veya mikroskopla yapılan incelemelerden farklı olarak MCT cihazı kullandık. Ayrıca MCT cihazında elde edilen hacim ve kalınlık değerleri ile kırma cihazı test sonuçlarını karşılaştırarak, kullanılan materyallerin dişin direncini artırma kabiliyetlerini değerlendirdik.

CT son yıllarda geliştirilen en yeni teşhis metotlarından biridir. Tıpta onkoloji hastalarında karaciğer lezyonlarını teşhis etmek için, kalp-damar anjiyografisinde ve endoskopi işlemlerinde cerrahi öncesi operasyon alanını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Berland ve Smith 1998). Endodontide son birkaç yıldır teşhis ve tedavi planlamasında farklı tipte CT cihazlarından yararlanılmaktadır (Hannig ve ark 2005, Nakata ve ark 2006, Gopikrishna ve ark 2006). Ancak CT kullanılarak yapılan in vitro çalışmalar incelendiğinde daha önce bizim yaptığımız şekilde bir çalışmanın planlanmadığı görülmektedir. Jung ve ark (2005) kanal dolgulu dişlerde Micro CT kullanarak elde ettikleri horizontal kesitler üzerinde boşlukları değerlendirmişler ve histolojik kesitlerle arasındaki görüntü farkını karşılaştırmışlardır. CT ile yapılan in vitro çalışmalar incelendiğinde kullanılan cihazların ya kesit aralıklarının büyük olduğu ya da sadece iki boyutlu görüntüler elde edilebildiği görülmektedir (Ozgur Uyanık ve ark 2006, Jung ve ark 2005). CT ile yaygın olarak kullanılan sızıntı ve bağlanma dayanımı metotlarından (Lee ve ark 1997, Kim ve ark 2003, Arı ve Özçopur 2006) farklı olarak non invaziv, tekrar edilebilir ölçümler yapılabilmesi ve gözle yapılan lineer ölçümlerin hassas ölçer yardımıyla daha net hesaplanması yanında hacimsel verilerde elde edilebilmesi mümkündür (Nakata

ve ark 2006). Örnekler CT cihazında bir kez tarandıktan sonra elde edilen görüntüler üzerinde hem dikey hem de horizontal yönde kesitler alınabilmektedir (Simon ve ark 2006). Özellikle MCT dental software programı ile, en düşük kesit aralığında ve dişin dış konturları ve konkaviteler 3D imajlar oluşturularak incelenebilir (Nakata ve ark 2006).

Bir kanal dolgu patının etkin şekilde tıkama ve kök dentini-kor materyali arasında iyi bir bağlantı sağlayabilmesi gerekmektedir. Endodontik tedavide yaygın olarak kullanılan farklı yapıdaki kanal dolgu patlarının hem kök dentinine hem de guta perkaya olan bağlanma dayanımları karşılaştırılmıştır (Chung ve ark 2001, Tagger ve ark 2003a, Gogos ve ark 2004). Ancak geleneksel kanal dolgu patlarının pek çoğu ya dentine ve guta perkaya mekanik yolla bağlanmaktadır ya da sadece dentine kimyasal yolla bağlanmaktadır (Bala ve ark 2002, Saleh ve ark 2003). Oksan ve ark (1993) kullanılan materyalin dentin tübüllerinde sealer tag yardımıyla oluşturduğu mikromekanik bağlantının patların adezyonunu artırmada yeterli olmadığını bildirmişlerdir.

Endodontik tedavide son zamanlarda gündeme gelen en önemli yeniliklerden biri restoratif tedavide uzun süredir kullanımda olan adeziv teknolojisinin endodontik tedavi materyallerine de uyumlanmasıdır (Mannocci ve ark 1998, Johnson ve ark 2000). Kök kanal dolgu maddesinin kök dentinine bağlanabilirliğindeki artışın, hem tıkama kabiliyetinde hem de dişle birlikte monoblok yapı oluşturarak dişin yapısal işlevinde artış oluşturacağı düşünüldüğünde, adeziv materyallerin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Teixeira ve ark (2004) Resilon ve Epiphany kanal dolgu materyalleri kullanarak monoblok yapı oluşturulabileceğini söylemişlerdir.

Ancak Resilon ve guta perka kor materyalleri ile Epiphany ve AH Plus kanal dolgu patları kullanılarak kanal dolguları yapılan grupların karşılaştırıldığı sızıntı ve bağlantı çalışmalarında araştırıcılar farklı sonuçlar rapor etmişlerdir. Tunga ve Bodrumlu (2006) ve Stratton ve ark (2006) Resilon-Epiphany grubunun daha az sıvı geçişi gösterdiğini rapor ederken, Önay ve ark (2006) en az sızıntıyı guta perka-Epiphany grubunda bulmuşlardır. Biggs ve ark (2006) ise iki grup arasında sızıntı yönünden fark olmadığını belirtmişlerdir. Üngor ve ark (2006) aynı grupların push-out bağlantı dayanımlarını incelemişler ve guta perka-Epiphany grubunun en iyi bağlantıyı gösterdiğini bildirmişlerdir. Tay ve ark (2005c) çalışmalarında Resilon-Epiphany ve guta perka-AH Plus grupları arasında apikal tıkama arasında fark olmadığını gözlemlemişler, bunun aksine Shipper ve ark (2004) Resilon-

Epiphany grubunda mikrobiyal geçişin diğer gruplara oranla daha az olduğunu söylemişlerdir.

Kokorikos ve ark (2005) Epiphany kanal dolgu patının Tubliseal ve Sealapex kanal dolgu patlarına oranla daha sızdırmaz olduğunu bildirmişlerdir. Taranu ve ark (2005) Epiphany, Gutta-Flow (Coltene/Whaledent, Langenau, Germany) ve RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Germany) kullanarak kanal dolgularını yaptıkları gruplar arasında en az sızıntıyı Gutta-Flow grubunun gösterdiğini, en yüksek sızıntıya ise Epiphany grubunda rastladıklarını söylemişlerdir. Farmakis ve ark (2005) AH 26, Roth's 601, RoekoSeal Automix ve Epiphany kanal dolgu patlarının uzun dönem koronal sızıntı incelemelerinde RoekoSeal ve Epiphany' nin daha sızdırmaz olduklarını rapor etmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda aynı materyaller ve teknikler kullanılmasına rağmen sonuçlar arasında önemli varyasyonlar olduğu görülmektedir. Bunun sebebi kullanılan preparasyon ve kanal dolgu tekniği ya da farklı irrigasyon solüsyonlarına bağlı olabileceği gibi uygulayıcılar arasındaki gözlem farkına ve teknik değişkenlere de bağlı olabilir. Bu nedenle çalışmamızda MCT cihazı kullanarak daha objektif ve sayısal veriler elde etmeyi ve bu materyalleri farklı bir açıdan değerlendirmeyi amaçladık.

Çalışmamızda farklı test metotları kullanılarak kanal dolgu materyallerinin değerlendirildiği pek çok çalışmada olduğu gibi çekilmiş insan dişlerini kullandık. Ancak uygun şartlarda bekletilmiş ve istenen sayıda tek tip diş elde etmenin zorluğu nedeniyle, benzer çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da mandibular insizör dişler dışındaki maksiller ve mandibular tek köklü, tek kanallı anterior dişler kullanıldı (Teixeira ve ark 2004, Stuart ve ark 2006, Tunga ve Bodrumlu 2006). Dişler arasında standardizasyonun sağlanması amacıyla benzer boyutta dişler çalışmaya dahil edildi (Tablo 4.2.). Ayrıca diş hacimleri ve dentin kalınlıkları MCT cihazında ölçülerek sonuçlar arasındaki farklılıklarla dişlerin ilişkisi değerlendirildi (Tablo 4.3, Tablo 4.5, Tablo 4.6.).

Walsh (2004) en iyi biyomekanik temizleme ve şekillendirme için farklı preparasyon teknikleri ve enstrümanların kullanıldığı hibrit konsepti tarif etmiştir. Bizim çalışmamızda da tüm dişler, standart genişleme sağlanması amacıyla .04 Profile döner alet seti kullanılarak koronalden apikale doğru şekillendirildi ve ek olarak standart apikal genişlik elde etmek amacıyla #50 K-file el enstrümanı ile apikale şekil verildi (Taylor ve ark 1997). Preparasyon esnasında her kanal aleti arasında 2 ml %2.5' luk NaOCl kullanıldı. Kanal

dolgu maddelerinin ve patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunun artırılması amacıyla smear tabakasının kaldırılmasıyla ilgili değişen görüşler olmasına rağmen pek çok çalışma kaldırılmasını önermektedir (White ve ark 1987, Kouvas ve ark 1998, Guerisoli ve ark 2002). Bizim çalışmamızda da kanal dolgu materyallerinin penetrasyonunu ve adaptasyonunu artırmak amacıyla ve üretici firmanın talimatlarına uygun olarak (Pentron Clinical Technologies LLC 2003) preparasyon sonrasında dişler önce 10 ml %17' lik EDTA solüsyonu içinde daha sonra 10 ml %5.25' lik NaOCl içinde 3'er dakika çalkalandı. Son olarak NaOCl kalıntılarını uzaklaştırmak amacıyla 10 ml distile su içinde 3 dakika çalkalandı. (Teixeira ve ark 2004, Eldeniz ve ark 2005).

Bu çalışmada .04 açılı aletlerle preparasyon yapılan kök kanalları, .02 açılı guta perka ya da Resilon konlarla dolduruldu. Collins ve ark (2006) guta perkanın duvar adaptasyonunu farklı tekniklerle karşılaştırdıkları çalışmalarında bizim çalışmamıza benzer olarak guta perka açısını preparasyon yapılan kök kanalı açısından küçük kullanmışlardır. Yine Nielsen ve Baumgartner (2006) spreader penetrasyon derinliğinin dolayısıyla dolgu kalitesinin, preparasyonun tamamlandığı açıdan daha küçük açılı guta perka kullanımında artacağını rapor etmişlerdir. Villegas ve ark (2005) düşük açılı guta perka kon kullanımının kök kanalında daha fazla guta perka kütlesi sağlayarak kanal dolgusunun tıkama kabiliyetini artıracağını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada kanal dolgusu ve dentin duvarı arasındaki olası boşluğu mümkün olduğunca azaltmak amacıyla .02 açılı kanal dolgu materyali kullandık. Ayrıca kök kırıklarına neden olduğu bilinen aşırı spreader uygulama kuvvetinin .02 açılı dolgu maddesi kullanımında daha az olacağı görüşüne paralel olarak, çalışmanın ikinci parametresini etkileyebilecek bu faktör için de bir önlem olması amacıyla farklı açılar kullanıldı (Meister ve ark 1980, Nielsen ve Baumgartner 2006). Tüm dişler kök kanallarının doldurulmasını takiben 1 hafta polimerizasyonun tamamlanması için %100 nemli ortamda 37°C' de bekletildi. Bununla birlikte takip eden deney işlemleri sırasında dişlerin nemli kalması sağlandı (Stuart ve ark 2006).

MCT cihazında taranan örneklerden elde edilen 3D horizontal kesitler üzerinde boşluklar net ölçüm yapabilmek için yeterli olduğu düşünülerek standart olarak her üç kesitte bir hacimsel olarak ölçüldü. Elde edilen verilerin toplamı o diş için hacimsel boşluk değeri olarak kaydedildi. Görüntü üzerinde boşluğa ait konrast farklılığı diş ve kanal dolgusundan ayırt edilerek ölçüm hattı belirlendi. BL ve MD dentin kalınlıkları ise tüm

örneklerde standart preparasyon yapıldığı göz önüne alınarak kanal dolgusu-kök kanal duvarı arasındaki ölçüm hattı belirlenerek ayırt edildi (Resim 3.9, Resim 3.10.).

Boşluk analizi sonucunda her örnekte değişen oranda boşluğa rastlandı. Ancak aynı kesitlerden elde edilen MCT ve stereomikroskop görüntüleri karşılaştırıldığında stereomikroskopta bazı örneklerde boşluğa rastlanmadı. Bununla birlikte MCT kesitleri üzerinde boşluk analizi yoğunluk farkına bağlı olarak yapılabilirken, kanal dolgu materyali ve kök dentini ayrımı yapılamadı. Kontrast farklarına bağlı renklendirme işlemi bilgisayarda otomatik olarak gerçekleştirildiği için daha ayrıntılı ölçümlerin yapılabilmesinde dental software programının ve cihazın teknik özelliklerinin geliştirilmesine ihiyaç olduğu kanaatindeyiz.

MCT imajlarının değerlendirilmesi sonucunda en az boşluk guta perka-Epiphany grubunda gözlendi (Tablo 4.1.). Boşluk miktarındaki azalma materyalin tıkama kabiliyetiyle doğru orantılı olduğundan (Mutal ve Gani 2005) bizim çalışmamız Önay ve ark (2006)' nın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Guta perka-Epiphany grubu Resilon-AH Plus grubundan önemli derecede daha az boşluk gösterirken, bu grup ile Resilon-Epihany ve guta perka-AH Plus arasında boşluk hacmi açısından benzer değerler gözlendi (Tablo 4.1.). Çalışmalar guta perkanın termal özelliklerinin kök kanal sisteminin boşluklarına iyi adapte olabilir nitelikte olduğunu göstermektedir (Schilder ve ark 1974a, Weller ve ark 1997). Materyalin kimyasal yapısı bozulmadan ısıyla şekil değiştirebilir (Cohen ve ark 1992). Araştırıcılar Resilon kök kanal dolgu maddesinin ise şekil değiştirmesi ve kondanse edilebilmesi için guta perkaya oranla daha fazla ısı gerektirdiğini bulmuşlardır (Miner ve ark 2006). Bu nedenle bizim çalışmamızda gruplar arasındaki farklılık guta perkanın Resilon' a göre kondanse edilebilirliğinin daha fazla olması nedeniyle olabilir.

Guta perka-AH Plus, Resilon-AH Plus ve Resilon-Epiphany gruplarının, kanal dolgu patı kullanılmadan kök kanal dolguları yapılan guta perka ve Resilon gruplarıyla aralarında boşluk miktarı bakımından istatistiksel fark olmaması beklenmeyen bir sonuçtu (Tablo 4.1). Bilindiği gibi ideal bir kök kanal dolgusunda kor materyali mümkün olduğunca çok, kanal dolgu patı ise olabildiğince az olmalıdır (Wesselink 1990). Wu ve ark (2000) tanımladıkları 'harpooning' tekniğinde kullanılan pat hacminin mümkün olduğunca azaltılabilmesi için pasif kondensasyon tekniğini önermişlerdir. Tay ve ark (2005a) ise bizim çalışmamıza benzer olarak, çalışmalarında pat miktarını azaltmak için lateral

kondensasyonda düşük açılı guta perka kullanmışlardır. Ancak bu uygulamamız kanal duvarıyla temas eden pat miktarını azaltarak boşluk oluşumuna neden olmuş olabilir.

Kanal dolgu patının görevi guta perka konları birbirine ve kanal duvarına daha sıkı ve sıvı ve bakteri geçirmez bir kanal dolgusu elde etmek için yapıştırmaktır (Ingle ve West 1998). Kanal dolgu patlarının fiziksel özellikleri hem kullanımlarını hem de klinik davranışlarını belirler (McMichen ve ark 2003). Bir kanal dolgu patının film kalınlığı ne kadar ince olursa dentin yüzeyini o kadar iyi ıslatır ve boşlukları daha iyi doldurur (de Deus ve ark 2003). Kazemi ve ark (1993) boyutsal değişiklik ve çözünürlüğün kanal dolgu patının performansını önemli şekilde etkileyeceğini ve film kalınlığı ne kadar az olursa kanal dolgu patının o kadar iyi tıkama sağlayacağını söylemişlerdir. AH Plus ve Epiphany kanal dolgu patları benzer akışkanlık ve film kalınlığına sahiptir ve her ikisi de ADA standartlarına uygundur (Carvalho ve ark 2005, Versiani ve ark 2006).

Bunun yanında patların sertleşme sırasındaki boyutsal değişiklikleri ve çözünürlükleri de tıkama kabiliyetlerini dolayısıyla kök kanal sisteminde kalacak boşluk miktarını etkileyen faktörlerdir (Wu ve ark 1995). Kök kanal dolgu patları için kabul edilebilir çözünürlük %3' tür (ANSI/ADA 2000). McMichen ve ark (2003) AH Plus için çözünürlüğün %0.32 olduğunu ve uygun akışkanlık, çalışma ve yerleştirme zamanı sağladığını gözlemişlerdir. Versiani ve ark (2006) Epiphany kanal dolgu patının çözünürlüğünün ADA standartlarının üstünde olduğunu rapor etmişlerdir. Hem Epiphany (%8.1) hem de AH Plus (%1.3) kanal dolgu patlarının polimerizasyon büzülmelerinin, %0.1-%1.0 arasında olan ANSI/ADA sınırlarının üstünde olması nedeniyle polimerizasyonları dentin duvarından yüksek oranda ayrılmalarıyla sonuçlanmış olabilir (ANSI/ADA 2000, Versiani ve ark 2006).

Tay ve ark (2005b) düşük dolduruculu metakrilat esaslı rezinlerin büzülme streslerinin daha fazla olacağını bildirmişlerdir. Epihany, Bisfenol-A-glisidil metakrilat, etoksilat Bis-GMA, üretan dimetakrilat rezin ve hidrofilik difonksiyonel metakrilatlar içeren ve kök kanallarına uygulanabilmesi için düşük viskozitede hazırlanan bir pat olması nedeniyle polimerizasyon esnasında büzülme sonucunda kök kanallarından tamamen ayrılmış olabilir. Bu çalışmada Resilon ve guta perka kontrol gruplarının Guta perka-AH Plus, Resilon-AH Plus ve Resilon-Epiphany deney gruplarıyla benzer miktarda boşluk göstermesi, her iki patta da duvar adaptasyonlarının polimerizasyonları sırasında bozulmasından kaynaklanabilir.

Bu çalışmada Resilon kanal dolgu maddesinin Epiphany ya da AH Plus ile kombine kullanımları karşılaştırıldığında boşluk ölçümü açısından gruplar arasında fark çıkmaması iki patın fiziksel özelliklerinin benzer olmasına bağlanabilir. Buna ek olarak Roggendorf ve ark (2005) Resilon-Epiphany kullanarak kanal dolgularını yaptıkları gruplar arasında küçük açılı kor materyali kullandıklarında tıkamanın azaldığını bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da Resilon-Epiphany grubunun daha fazla boşluk göstermesi bu nedenle olabilir. Bununla birlikte AH Plus içeren deney gruplarının boşluk miktarlarının daha fazla olması, preparasyon sırasında kullanılan ve Saleh ve ark (2002)' nın çalışmalarında AH plus' ın dentine bağlantısını azalttığını rapor ettikleri %17' lik EDTA kullanımına bağlı olabilir.

Kanal dolgu patlarının, sertleşme sırasındaki boyutsal stabilizasyonu (Kazemi ve ark 1993) ve çözünürlüklerinin (Kaplan ve ark 1997) tıkama kabiliyetlerini etkilemesinin yanında, Mutal ve Gani (2005) pat yapısındaki boşluk ve pöröz yapının da apikal tıkamada etkili olacağını söylemişlerdir. Mutal ve Gani (2005) çalışmalarında, kanal dolgu patının karıştırılması ve kanal dolgusunun yapılması sırasında pat içinde kalan havanın, pat yüzeyine çıkarak yüzeyde por oluşturacağını ve her kanal dolgu patında değişik oranlarda por oluştuğunu söylemişlerdir. Bizim çalışmamızda da her örnekte değişen oranlarda boşluk bulunması bu görüşü desteklemektedir.

Kanal dolgu patının karıştırılması sırasında hava ile temas etmeyecek şekilde enjektör formundaki patların kullanımı, pat içinde kalabilecek hava miktarını azaltır. Bunun yanında spreader ve plugger basıncı havayı pat içine, pat ve guta perka ya da pat ve kanal duvarı arasına itebilir. Bu yapısal defektler kanal dolgusunun kalitesini etkileyecektir (Mutal ve Gani 2005). Çalışmamızda spreader penetrasyon derinliğinin küçük açılı kor materyali kullanmamız nedeniyle artmış olması (Nielsen ve Baumgartner 2006), dolgu içinde kalan hava miktarını ve boşluk olşumunu artırmada etkin olabilir. Wesselink (1990) kök kanal dolgusunun guta perkanın mümkün olduğunca çok ve kanal dolgu patının en az olacak şekilde tamamlanması gerektiğini söylemişlerdir. Kanal dolgu patının az kullanımı polimerizasyon büzülmesini, por yapı oluşumunu ve dolayısıyla boşluk miktarını azaltabilir. Bununla birlikte guta perkanın iyi bir şekilde kondanse edilmesi de iyi bir tıkama oluşturmak için gereklidir. Ancak guta perka kondensasyonu, kanal morfolojisine, preparasyon tekniğine, guta perka konun açısına ve kullanılan spreader' a bağlı olduğu için

bu her zaman mümkün olmayabilir (Gani ve ark 2000). Bu nedenle kanal dolgusu sırasında beklenenden daha fazla boşluk kalabilir (Manogue ve ark 1994).

Bu çalışmada kök kanal dolgusu sırasında yaygın olarak kullanıldığı için lateral kondensasyon tekniğini kullandık. Ancak Collins ve ark (2006) guta perkanın kanal düzensizliklerine iyi adapte olması açısından sıcak kondensasyon teknikleriyle karşılaştırdıklarında lateral kondensasyonda duvar adaptasyonunun yetersiz olduğunu rapor etmişlerdir. Schilder ve ark (1974a) ve Jacobson ve ark (2002) termoplastik yöntemle guta perkanın obturasyonunun kök kanal sistemini tam olarak doldurarak sızıntıyı azaltacağını belirtmişlerdir. Wu ve ark (2000) vertikal ya da lateral kondensasyon işlemleri sırasında kanal dolgu patının dentin duvarından uzaklaşabileceğini bildirmişlerdir. Hugh ve ark (2005) farklı kanal dolgu tekniklerinde (vertikal kondensasyon, lateral kondensasyon, Obtura II, System B, SimpliFill, Thermafil Plus) guta perka-kök kanal duvarı arasında kanal dolgu patı dağılımını incelemişler ve diğer yazarların görüşlerinin aksine, kullandıkları tekniklerin hiçbirinde guta perka-kök kanal duvarı arasında devamlı seyreden bir kanal dolgu patı tabakasına rastlamadıklarını rapor etmişlerdir. Yine Üngör ve ark (2005) yumuşak rezin Resilon-Epiphany ile doldurdukları kök kanallarını, soğuk lateral kondensasyon ve açısız guta perka kon kullanılan grupla karşılaştırmalarında tıkama kabiliyetleri arasında farka rastlamamışlardır. Sonuçlar arasındaki varyasyonlar dikkate alındığında, bu çalışmada gözlenen boşlukların kanal dolgu patlarının fiziksel özelliklerine ve kullanılan kanal dolgu tekniğine bağlı olarak oluştuğu düşünülebilir.

Çalışmamızda guta perkanın AH Plus ya da Epiphany ile kombine kullanıldığı gruplar arasında boşluklar açısından farka rastlamadığımız düşünüldüğünde Epiphany ve AH Plus' ın benzer özellik taşıdığını ancak kanal dolgu maddesi olarak guta perkanın Resilon' a tercih edilebileceğini düşünmekteyiz. Bu sonuca varmamızda diğer bir etken pat kullanılmayan kontrol grupları ile Resilon' un her iki kanal dolgu patıyla kullanıldığı gruplar arasında farka rastlanmazken, guta perka-Epiphany grubunun kontrol gruplarından anlamlı derecede daha az boşluk göstermiş olmasıdır. Ancak guta perka-AH Plus grubu ve kontrol grupları arasında fark gözlenmemesi de daha önce bahsettiğimiz karıştırma esnasındaki hava boşluklarına bağlanabilir.

Bu çalışmanın kırma testi için Teixeira ve ark (2004)' nın benzer materyalleri kullanarak yaptıkları kırma deney düzeneğinden faydalanıldı. Trope ve Ray (1992) kök kanallarını Ketac-Endo ve Roth's 801 ile doldurdukları dişlerde dikey kırılmaya direnci

ölçmek için 150°' lik açıyla kuvvet uygulamışlar ve örneklerin 12 mm' si akrilik dışında kalacak şekilde yerleştirmişlerdir. Bu uygulama gömülen materyal yüzeyi ve bukkal duvar ara yüzeyinde fazla eğme stresi oluşturmuş ve tüm örnekler bu ara yüzden kırılmıştır. Johnson ve ark (2000) ise 0° açıyla giriş kavitesi üzerinden kırma kuvveti uygulamışlar ve dişlerin 4 mm' lik kök dentini yüzeyini akrilik dışında bırakmışlardır. Bu uygulama ise azalan eğme hareketleri nedeniyle küçük stresler oluşturmuş ve en fazla stres daha servikalde gözlenmiştir. Araştırıcılar kuvvetin dişin uzun aksına paralel uygulanmasının alveolar kemiğin sağlıklı dişe verdiği desteği taklit ettiğini ve gerçek dışı olan eğme hareketleriyle oluşan katastrofik streslerin daha az oluştuğunu söylemişlerdir. Bizde bu sonuca paralel olarak çalışmamızda dişlerin 9 mm' lik kök yüzeyleri akrilik dışında kalacak şekilde örnekleri hazırladık ve 0° açıyla giriş kavitesi üzerinden kuvvet uyguladık (Resim 3.15.) (Johnson ve ark 2000, Teixeira ve ark 2004, Wu ve ark 2004).

Resilon ve guta perkanın karşılaştırıldığı bağlantı çalışmalarında araştırıcılar farklı sonuçlar rapor etmişlerdir. Teixeira ve ark (2004) Resilon-Epiphany kullanılarak yapılan kanal dolgusunun guta perka-AH Plus kullanılarak yapılanla karşılaştırıldığında dikey kök kırığına karşı dişi daha fazla güçlendirdiğini söylemişlerdir. Stuart ve ark (2006) ise Resilon-Epiphany, guta perka-ThermaSeal Plus veya self-cure kompozit rezin (Bisfil 2B) kullanarak kök kanallarını doldurdukları immatür dişlerde gruplar arasında kırılma dirençleri bakımından farka rastlamamışlardır. Sagsen ve ark (2006) Resilon-Epiphany, guta perka-AH 26 ve guta perka-MCS Canal Sealer kullanarak kanal dolgularını yaptıkları dişler arasında kırılma dayanımları açısından fark olmadığını rapor etmişlerdir.

Bizim çalışmamızda kırma deneyi sonuçlarına göre guta perka-AH Plus, guta perka-Epiphany, Resilon-AH Plus ve Resilon-Epiphany grupları arasında kırılmaya direnç bakımından istatistiksel açıdan farka rastlanmadı (Tablo 4.7.). Bizim sonuçlarımıza benzer olarak Üngor ve ark (2006), push-out bağlanma dayanımlarını inceledikleri gruplar arasında guta perka-Epiphany grubunun en yüksek bağlantı değerini gösterdiğini ve Resilon-Epiphany grubunun, guta perka-AH Plus grubuna bir üstünlüğünün olmadığını bulmuşlardır. Sly ve ark (2007) ise guta perka-AH 26 ile kanal dolguları yapılan dişlerde push-out bağlanma dayanımının Resilon-Epiphany grubuna oranla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Resilon ve Epiphany arasında oluşan monoblok yapının dişin dayanımını artırdığını bildiren araştırmacıların aksine (Teixeira ve ark 2004), Tay ve ark (2006) Resilon içindeki dimetakrilat komponentin metakrilat esaslı simanlarla kimyasal bağlantı

sağlayacak miktarda olmaması nedeniyle bağlantısının yetersiz olduğunu söylemişlerdir. Bu çalışmada Resilon materyalinin guta perkadan farklı kırılma direnci göstermemesi kimyasal bağlantının yetersiz olmasından kaynaklanabilir. Bununla birlikte Tagger ve ark (2003b) farklı markalardaki guta perka konlarla, kullanılan kanal dolgu patları arasında etkileşim olabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar gümüş içermeyen AH 26 patının likidinde bulunan bisfenol epoksi rezin içeriğinin pek çok guta perka markasında materyali yumuşatarak akışkanlığını artırdığını rapor etmişlerdir. Lee ve ark (2002) ise Tagger ve ark (2003b)' nı desteklemişler ancak bu etkileşimin kimyasal bir bağlantı oluşturmak için yeterli olmadığını söylemişlerdir. Bu çalışmada kullanılan AH Plus kanal dolgu patı ve guta perka arasındaki bu olası etkileşim sonucunda, Resilon-Epiphany grubuna yakın kırılma direnci göstermiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Boşluk analizi ve kırma deneyi sonuçları karşılaştırıldığında boşluk hacmi en az olan guta perka-Epiphany grubunun kırma deneyi sırasında diğer gruplarla arasında fark olmadığı gözlendi. Versiani ve ark (2006) Epiphany kanal dolgu patının koronalden 40 saniye ışık aktivasyonu ve 15-20 dakikalık self-curing reaksiyonu sonrasında bile dentin yüzeyinde sertleşmemiş patın gözlendiğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar restoratif diş hekimliğinde kullanılan rezinlerde görülen, dentin yüzeyindeki oksijenin vinil polimerizasyonunu inhibe etmesi olayının Epiphany kanal dolgu patı içinde geçerli olduğunu söylemişlerdir. Guta perka ile Epiphany kanal dolgu patının kombine kullanımı boşluk miktarını azaltmasına rağmen, polimerizasyon hatası nedeniyle tam bir bağlantı sağlanamaması iki test parametresi arasındaki farkın sebebi olabilir.

Resilon ve genişletilmiş kontrol grupları diğer gruplardan önemli derecede daha düşük kırılma dayanımı gösterirken, deney gruplarının genişletilmemiş ve guta perka kontrol gruplarıyla benzer kırılma direnci gösterdiği bulunmuştur (Tablo 4.7.). Johnson ve ark (2000) otopolimerizan kompozit ve dentin bonding ajanı kullanarak kök kanal dolgusu yaptıkları mandibular anterior dişlerde kırılmaya dirençte bir artış gözlememelerinin sebebinin materyalin bağlantı hatasından çok, kök yüzeyinin küçük ve dolayısıyla uygulanan materyalin az miktarda olmasından kaynaklandığını söylemişlerdir. Yine aynı araştırmacılar sadece yeterli materyalin kök kanalına uygulanabildiği ince duvarlara sahip gelişimini tamamlamamış dişlerde diş yapısını güçlendireceğini söylemişlerdir. Epiphany kullanılan gruplarda primer uygulaması üretici firmanın talimatlarına uygun olarak yapılmasına rağmen, kök kanalında bağlantı sağlayacak kadar materyal bulunmaması ve

dolayısıyla kavite konfigürasyon faktörünün düşük olması (Tay ve ark 2005b) nedeniyle patın kök dentinine bağlantısının yetersiz olduğu ve dişin direncini artırmadığı kanaatindeyiz. Arı ve Özçopur (2006) farklı içerikteki kanal dolgu patlarının guta perka kullanılmaksızın push-out bağlantı dayanımlarını ölçmüşler ve bu şekilde patın bağlanabilirliğinin daha net ölçülebileceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da patların guta perka ve Resilon materyalleriyle kombine kullanılmış olması patlar arasındaki bağlantı farkının göz ardı edilmesiyle sonuçlanmış olabilir.

Simüle kök kanallarında yapılan çalışmalardan farklı olarak doğal dişler anatomik ve morfolojik farklılıkları nedeniyle deneylerde farklı sonuçlar gösterebilir. Lertchirakarn ve ark (2003) dişin anatomik ve morfolojik yapısının dişe gelen kuvvetlere karşı direncini etkilemede rol oynayabileceğini söylerken, Wu ve ark (2004) kanin ve premolarların kırılma dirençlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, aralarında direnç farkı olmamasının yanında yuvarlak ve oval kanallar arasında da farklılığa rastlamadıklarını belirtmişlerdir. Araştırmacılar sadece preparasyon yapılmamış ve yapılmış dişler arasında direnç farkı gözlemişlerdir. Wilcox ve ark (1997) dentin ne kadar ince olursa dişin kırılmaya o kadar yatkın olacağını rapor etmişlerdir. Ek olarak düşük kanal kurvatür yarıçapının stres artışını ve dolayısıyla dişin kırılganlığını artıracağını bildiren araştırmacılar da bulunmaktadır (Callister 2003). Sathorn ve ark (2005b) ise dentin kalınlığındaki azalmanın her zaman dişin kırılmaya direncinde azalmaya neden olmayacağını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda BL ve MD dentin kalınlıkları ve kök boyları benzer dişler kullandık (Teixeira ve ark 2004) ve dentin kalınlıklarının kırılmaya etkisi olabileceğini düşünerek üç boyutlu MCT görüntüleri üzerinde her dişten horizontal yönde koronal ve orta üçlülerden alınan iki kesit üzerinde lineer ölçüm yaparak BL ve MD yönde iki dentin kalınlığı değeri elde ederek karşılaştırdık (Resim 3.13, Resim 3.14.). Kırma deneyinde kuvveti dişin uzun aksına paralel uyguladığımız için oluşan stresin koronal parçada yoğunlaştığını göz önüne alarak (Johnson ve ark 2000) dişlerin sadece akrilik dışında kalan koronal ve orta üçlülerindeki dentin kalınlıklarını kullandık. İstatistiksel analiz sonucunda dişler arasında dentin kalınlıkları açısından fark olmadığını doğruladık (Tablo 4.5, Tablo 4.6.).

MCT cihazı kullanılmasının sağladığı diğer bir avantaj ise dişlerden hacimsel veri elde edilebilmesidir (Kim ve ark 2003). MCT görüntüleri üzerinde, tüm örneklerde kalan dentin miktarları hacimsel olarak ölçüldü ve yaptığımız karşılaştırma da sadece preparasyon yapılmamış grubun diğer gruplardan daha fazla dentin hacmine sahip olduğu gözlendi

(Tablo 4.3.). Reeh ve ark (1989) restoratif ve endodontik tedaviler sırasında artan madde kaybının dişin kırılganlığını artıracağını rapor etmişlerdir. Lertchirakarn ve ark (2003) ise endodontik tedavide preparasyon miktarı arttıkça dentin kalınlığındaki azalma nedeniyle kırılmaya direncin azalacağını söylemişlerdir. Bizim çalışmamızın sonuçlarına göre genişletilmemiş grubun deney gruplarıyla arasında kırılma dirençleri bakımından fark olmaması diş hacminin daha fazla olmasına bağlı olabilir. Bununla birlikte kanal dolgusu yapılan grupların genişletilmemiş dişlerle benzer kırılma dayanımı göstermesi kullanılan materyallerin dişin direncini artırdığını göstermektedir.

Klinik ve deneysel çalışmalar kök kırıklarının sıklıkla BL yönde oluştuğunu göstermektedir (Pitts ve Natkin 1983, Walton ve ark 1984, Selden 1996). Sathorn ve ark (2005b) ise BL, MD ve K olarak sınıflandırdıkları kırılma yönlerinin kullanılan preparasyon tekniğine göre değiştiğini rapor etmişlerdir. Lertchirakarn ve ark (2003) kanal çapı ile kök dış yüzeyi çapının benzer silindirik model olduğu durumda stres dağılımının kanal içinden dış yüzeye doğru simetrik olduğunu gözlemişlerdir. Lertchirakarn ve ark (2003) proksimal dentin kalınlığındaki azalmanın streslerin BL yönde yoğunluğunu artırdığını rapor etmişlerdir. Çoğu insanın kırılmanın dentin kalınlığının azaldığı yerde olacağını düşünmesinin aksine dişlerin çoğu kalın olan BL kök dentininden kırılmaktadır. Kalın kök duvarına basınç uygulandığında çevresel yönde tensile stres dağılımı ve radyal yönde sıkıştırma kuvvetleri (Muvdi ve McNabb 1991) oluşmaktadır. Muvdi ve McNabb (1991) radyal yönde duvarın ince kısmının kalın kısmına oranla genişlemeye daha hızlı zorlanacağını ve bu asimetrik genişlemenin kalın bölgelerin iç yüzeyinde ek çevresel kuvvetlerin oluşmasına neden olacağını söylemişlerdir.

Bu çalışmada BL dentin kalınlıklarının MD yöndekinden fazla olmasına rağmen dişlerin %52' si BL yönde, %30' u MD yönde ve %18' i K yönde kırılmıştır. Ayrıca elde ettiğimiz bu dentin kalınlıklarıyla dişlerin BL, MD ve K olarak kaydettiğimiz kırılma yönleri arasında da bir ilişkiye rastlanmamıştır (Tablo 4.4.). Sathorn ve ark (2005b) Profile (.04 açılı) seti kullanarak genişlettikleri dişlerde MD kırılmanın daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Benzer preparasyon tekniği kullanmamıza rağmen bizim sonuçlarımızın farklı olması kalan dentin miktarları arasındaki farka ve kullanılan test tekniğine bağlı olabilir.

SONUÇ

1. Bu çalışmada MCT cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde tüm gruplarda ve her örnekte kök kanal duvarı-kanal dolgu maddesi arasında değişen oranlarda boşluk tespit edildi. Bu nedenle kullanılan materyallerin hiçbirinin tam bir tıkama sağlamadığı sonucuna varıldı. Ancak guta perka-Epiphany grubunda daha az boşluk olduğu gözlendi.

2. Kullanılan kanal dolgu maddelerinin boşluk analizleri ve kırılma dirençleri arasında bağlantı kurulamadı. Bunun sebebi kullanılan kanal dolgu patlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ve polimerizasyon büzülmeleri olabilir.

3. Çalışmada kullanılan dişler benzer dentin kalınlıklarına sahip olmalarına rağmen kırılma yönleri arasında farklılıklar gözlendi. Bu nedenle kırılma yönünü etkileyen faktörün dentinde stres dağılımındaki farklılıklara bağlı olabileceği sonucuna varıldı.

4. Genişletilmemiş dişlerin kanal dolgusu yapılan dişlerle benzer kırılma dayanımı göstermesi, bu çalışmada kullanılan materyallerin dişin direncini artırdığını gösterdi. Bunun yanında genişletilmemiş grubun kalan dentin miktarının hacimsel değeri, diğer bütün gruplardan önemli derecede fazla olduğundan, endodontik tedavi işlemleri sırasında mümkün olduğunca az madde kaldırılmasının dişin kırılma dayanımını önemli derecede etkileyeceği sonucuna varıldı.

5. Bu çalışmada kullanılan MCT cihazı kök kanal dolgulu dişlerin analizinde gözle ve lineer ölçüm metotlarıyla yapılan incelemelerden farklı olarak hacimsel inceleme yapılmasına olanak vermiştir. Ancak daha ayrıntılı ölçümlerin yapılabilmesi için dental software programının ve cihazın teknik özelliklerinin geliştirilmesine ihiyaç olduğu kanaatindeyiz.

6. ÖZET

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Endodonti Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2007

Betül ÖZÇOPUR

Epiphany obturasyon sistemi ile kök kanal dolguları yapılan dişlerde Computed Tomography ile boşluk ölçümlerinin ve kırılma dirençlerinin değerlendirilmesi

Bu in vitro çalışmanın amacı guta perka ve Epiphany obturasyon sistemi ile farklı iki kanal dolgu patı kullanılarak kanal dolguları yapılan dişlerde, boşluk hacmi, kök dentini hacmi, bukko-lingual ve mezio-distal dentin kalınlıklarının multislice computed tomography kullanılarak değerlendirilmesi ve kırılma dirençlerinin karşılaştırılmasıdır.

Bu çalışmada 100 adet, periodontal amaçlı çekilmiş mandibular insizör dişler dışındaki maksiller ve mandibular insan tek köklü anterior dişleri kullanıldı. Tüm dişlerin kuronları mine-sement seviyesinden kanal girişine izin verecek şekilde kaldırıldı. Doksan kök kanalı #50 ISO .04 ProFile seti kullanılarak standart crown-down tekniği ile prepare edildi. Preparasyon yapılan on diş kanal dolgusu yapılmayarak kontrol grubu olarak kullanıldı. Geriye kalan on diş ise preparasyon yapılmayan kontrol grubu olarak kullanıldı.

Seksen diş rastgele altı gruba ayrıldı ve guta perka+AH Plus (n=15), guta perka+Epiphany (n=15), Resilon+AH Plus (n=15), Resilon+Epiphany (n=15), guta perka (kontrol, n=10), Resilon (kontrol, n=10) ile lateral kondensasyon tekniği kullanılarak dolduruldu. Örnekler 37°C' de 100% nemli ortamda 1 hafta bekletildikten sonra, multislice computed tomography cihazında tarandı ve her örnek için kök dentini hacmi ve kök kanal duvarı ile kanal dolgu maddesi arasındaki boşluk hacmi mm^3 cinsinden ve bukko-lingual ve mezio-distal dentin kalınlıkları mm cinsinden ölçülecek şekilde 3 boyutlu imajlar kaydedildi. Daha sonra örnekler kırma testine tabi tutuldu ve ölçümler Newton cinsinden kaydedildi.

İstatistiksel analiz için tek yönlü varyans analizi ve LSD testi kullanıldı.

Her grubun her örneğinde kök kanal duvarı ve kanal dolgu maddesi arasında boşluğa rastlandı. Guta perka-Epiphany grubu; Resilon-AH Plus, Resilon (kontrol) ve guta perka (kontrol) gruplarından istatistiksel olarak daha az boşluk gösterirken ($P<0.05$), Resilon-Epiphany ve guta perka-AH Plus grupları ile arasında farka rastlanmadı ($P>0.05$). Preparasyon yapılmamış grup dışındaki gruplar arasında kök dentini hacimleri bakımından önemli fark gözlenmedi. Bununla birlikte Resilon-AH Plus grubunda kökler diğer gruplardakine oranla daha yüksek kırılma kuvveti gösterdi. Deney gruplarında kaydedilen bukko-lingual ve mezio-distal dentin kalınlıkları birbirlerinden istatistiksel açıdan farklı değilken, kontrol grupları farklı sonuçlar gösterdi. Bu çalışmada kullanılan kanal dolgu materyallerinin dişin direncini artırdığı sonucuna varılmıştır. Kök kanal dolgulu dişlerdeki boşlukların multislice computed tomography kullanılarak değerlendirilmesinde teknik gelişmelere ve yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. SUMMARY

An evaluation of void measurements in Computed Tomography and fracture strength in endodontically treated teeth obturated with Epiphany obturation system

The objective of this in vitro study was to evaluate the void volume, root dentin volume and bucco-lingual and mesio-distal dentin thicknesses in teeth obturated with Epiphany obturation system and gutta percha with two different root canal sealers using multislice computed tomography and to compare fracture strengths.

One hundred extracted human maxillary and mandibular anterior teeth, excluding mandibular incisors, with single roots were selected. The crowns of all the teeth were removed at the CEJ allowing access to the canal. Ninety root canals were instrumented using a standart crown-down technique to a size 50, .04 ProFile at the established working length. Prepared ten teeth were left unfilled and used as a control group. Remaining ten teeth were not prepared and used as a second control group.

The eighty specimens were randomly divided into six groups and respectively obturated with gutta percha+AH Plus (n=15), Resilon+AH Plus (n=15), gutta percha+Epiphany (n=15), Resilon+Epiphany (n=15), gutta percha (control, n=10), Resilon (control, n=10), using lateral condensation technique. After storing the samples for 1 week in 100% humid conditions at 37°C, the teeth were scanned in a multislice computed tomography and 3 dimensional images were obtained for each sample to evaluate root dentin volume and volume of voids between the root canal wall and the filling material in mm^3 and bucco-lingual and mesio-distal dentin thicknesses as mm. The specimens were loaded to failure at test machine and measurements were recorded as Newton.

One-way ANOVA and LSD tests were used for statistical analysis.

Voids were consistently found in every specimen of each group between root canal wall and root filling material. Gutta-percha-Epiphany demonstrated significantly less voids than Resilon-AH Plus, Resilon (control) and gutta-percha (control) groups ($P < 0.05$) whereas it was no statistically different from Resilon-Epiphany and gutta-percha-AH Plus

(P>0.05). No significant difference in root dentin volume among test groups except unpreperad group. However force at fracture of roots with Resilon-AH Plus was significantly higher than other groups. Bucco-lingual and mesio-distal dentin thicknesses obtained in the experimental groups were not statistically significant from eachother, while control groups demonstrated various results. Obturation materials used in this study increased fracture strengths of endodontically treated teeth. Evaluation of voids in endodontically treated teeth with Multislice computed tomography requires technical developments and new studies.

8. KAYNAKLAR

Abrahams JJ (2001) *Dental CT imaging: A look at the jaw,* Radiology, 219, 334-345.

Abrahams JJ, Berger SB (1998) *Inflammatory diseases of the jaw: appearance of reformatted CT scans,* AJR, Am J Roentgenol, 170, 1085-1091.

Abrahams JJ (1993) *Anatomy of the jaw revisited with a dental CT software program,* AJNR, Am J Neuroradiology, 14, 979-990.

Ahlberg KM, Tay WM (1998) *A metacrylate-based cement used as a root canal sealer,* Int Endod J, 31, 15-21.

Ahlberg KM, Assavanop P, Tay WM (1995) *A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and india ink in root-filled teeth,* Int Endod J, 28, 30-34.

Ainley JE (1970) *Fluorometric assay of the apical seal of root canal fillings,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 29, 753-762.

Akyar S (2002) *Konvansiyonel BT' den multidedektör BT' ye*, 23. Ulusal Radyoloji Kongresi, Antalya, 1-5.

AliGhamdi A, Wennberg A (1994) *Testing of sealing ability of endodontic filling materials,* Endod Dent Traumatol, 10, 249-255.

Amditis C, Bryant RW, Blackler SM (1993) *The assessment of apical leakage of root-filled teeth by the electrochemical technique,* Aust Dent J, 38, 22-27.

ANSI/ADA (2000) *Spesification No. 57 Endodontic Sealing Material,* Chicago, USA: ANSI/ADA.

Apicella MJ, Loushine RJ, West LA, Runyan DA (1999) *A comparison of root fracture resistance using two root canal sealers,* Int Endod J, 32, 376-380.

Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K (1999) *Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use,* Dentomaxillofac Radiol 28, 245–248.

Arı H, Özçopur M (2006) *Kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımlarının push-out test tekniği ile değerlendirilmesi,* SU Dişhek Fak Derg, 2, 85-90.

Ari H, Erdem Y, Belli S (2003) *Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin,* J Endod, 29, 248-251.

Assouline LS, Fuss Z, Mazor Y, Weiss EI (2001) *Bacterial penetration and proliferation in root canal dentinal tubules after applying dentin adhesives in vitro,* J Endod, 27, 398-400.

Atasoy Ç (2002) *Multislice BT: genel ilkeler ve yararlılıklar,* 23. Ulusal Radyoloji Kongresi, Antalya, 6-9.

Bachicha WS, DiFiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH (1998) *Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts,* J Endod, 24, 703-708.

Bala O, Erten Can H, Ünlü İ, Kayaoğlu G (2002) *Cam iyonomer esaslı kök kanal dolgu patlarının kök kanal duvarına adaptasyonlarının SEM ile değerlendirilmesi,* GÜ Dişhek Fak Derg, 19, 5-10.

Barnes GT, Lakshmirarayanan AV (1998) In "Computed Body Tomography with MRI correlation" Ed. by Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, Heiken JP, 3rd ed., 11.

Barthel CR, Zimmer S, Wussogk R, Roulet JF (2001) *Long-term bacterial leakage along obturated roots restored with temporary and adhesive fillings,* J Endod, 27, 559-562.

Beatty RG, Vertucci FJ, Zakariasen KL (1986) *Apical sealing efficacy of endodontic obturation techniques,* Int Endod J, 19, 237-241.

Beltes P, Koulaouzidou E, Kolokuris I, Kortsaris AH (1997) *In vitro evalution of the cytotoxicity of two glass-ionomer root canal sealers,* J Endod, 23, 572-574.

Bergman B, Lundquist P, Sjögren U, Sundquist G (1989) *Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores,* J Prosthet Dent, 61, 10-15.

Berland LL, Smith JK (1998) *Multidedector-array CT: once again, technology creates new opportunities,* Radiology, 209, 327-9.

Biggs SG, Knowles KI, Ibarrola JL, Pashley DH (2006) *An in vitro assessment of the sealing ability of Resilon/Epiphany using fluid filtration,* J Endod, 32, 759-761.

Blum JY, Machtou P, Micallef JP (1998) *Analysis of forces developed during obturations. Wedging effect: part II,* J Endod, 24, 223-228.

Branstetter J, von Fraunhofer JA (1982) *The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature,* J Endod, 8, 312-316.

Britto LR, Borer RE, Vertucci FJ, Haddix JE, Gordan VV (2002) *Comparison of the apical seal obtained by a dual-cure resin based cement or an epoxy resin sealer with or without the use of an acidic primer,* J Endod, 28, 721-723.

Brown RC, Jackson CR, Skidmore AE (1994) *An evalution of apical leakage of a glass ionomer root canal sealer,* J Endod, 20, 288-291.

Callister WD (2003) *Failure.* In "Materials science and engineering: an introduction" Ed. by WD Callister, 192-245, 6th edn. New York; [Chichester]: Wiley.

Camps J, About I (2003) *Cytotoxicity testing of endodontic sealers: a new method,* J Endod, 29, 583-586.

Camps J, Pashley D (2003) *Reliability of the dye penetration studies,* J Endod, 29, 592-594.

Camp LR, Todd MJ (1983) *The effect of dowel preparation on the apical seal of the three common obturation techniques,* J Prosthet Dent, 50, 664-666.

Canalda-Sahli C, Brau-Aguade E, Sentis-Vilalta J, Aguade–Bruix S (1992) *The apical seal of root canal sealing cements using a radionuclide detection technique,* Int Endod J, 25, 250- 256.

Carvalho JR, Consani S, Versiani MA, Sousa-Neto MD, Correr-Sobrinho L, Pascon EA. *Flow and film thickness properties of Epiphany root canal sealent,* [abstract #0661] 83th General Session and Exhibition of the International Association for Dental Research, March 9-12, 2005, Baltimore, US.

Chailertvanitkul P, Saunders WP, Mackenzie D (1996) *An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and three different sealers,* Int Endod J, 29, 387-392.

Chivian N (2004) *Resilon: the missing link in sealing the root canal,* Compend Contin Educ Dent, 25, 823-824, 826.

Chohayeb AA (1992) *Comparison of conventional of root canal obturation techniques with Thermafil obturators,* J Endod, 18, 10-12.

Chung HA, Titley K, Torneck CD, Lawrence HP, Friedman S (2001) *Adhesion of glass-ionomer cement sealers to bovine dentin conditioned with intracanal medications,* J Endod, 27, 85-88.

Cohen BD, Combe EC, Lilley JD (1992) *Effect of thermal placement techniques on some physical properties of gutta-percha,* Int Endod J, 25, 292-296.

Cohen T, Gutmann J, Wagner M (1985) *An assessment in vitro of the sealing properties of Calciobiotic Root Canal Sealer,* Int Endod J, 18, 172-178.

Collins J, Walker MP, Kulild J, Lee C (2006) *A comparison of three gutta-percha obturation techniques to replicate canal irregularities,* J Endod, 32, 762-765.

Czonstkowsky M, Michanovicz A, Vazques JA (1985) *Evalution of an injection of thermoplasticized low-temperature gutta-percha using radiactive isotopes,* J Endod, 11, 71-74.

Çobankara FK, Mete Ü, Belli S (2002) *The effect of two different root canal sealers and smear layer on resistance to root fracture,* J Endod, 28, 606-609.

Dagher FB, Yared GM (1995) *Influence of operator proficiency on the sealing ability of the vertical condensation,* J Endod, 21, 335-336.

Dalat DM, Önal B (1998) *Apical leakage of a new glass ionomer root canal sealer,* J Endod, 24, 161-163.

de Deus GA, Martins F, Lima AC, Gurgel-Filho ED, Maniglia CF, Countinho-Filho T (2003) *Analysis of the film thickness of a root canal sealer following three obturation techniques,* Pesqui Odontol Bras, 17, 119-125.

De Gee AJ, Wu M-K, Wesselink PR (1994) *Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH 26 root canal sealers,* Int Endod J, 27, 239-244.

Delivanis PD, Chapman KA (1982) *Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration,* Oral Surg, 53, 410-416.

de Oliveira 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, 362-364.

Depraet FJ, De Bruyne MA, De Moor RJ (2005) *The sealing ability of an epoxy resin root canal sealer after Nd: YAG laser irradiation of the root canal,* Int Endod J, 38, 302-309.

Director RJ, Rabinowitz JL, Milne RS (1982) *The short term sealing of lateral condensation, vertical condensation and Hydron using 14C human serum albumin,* J Endod, 8, 149-151.

Douglas WH, Zakariasen KL (1981) *Volumetric assessment of apical leakage utilizing a spectrophotometric dye recovery method,* J Dent Res, 60, 438, abstract no. 512.

Doyle MD, Loushine RJ, Agee KA, Gillespie WT, Weller RN, Pashley DH, Tay FR (2006) *Improving the performance of EndoREZ root canal sealer with a dual-cured two-step self-etch adhesive I. Adhesive strength to dentin,* J Endod, 32, 766-770.

Dow PR, Ingle JI (1955) *Isotope determination of root-canal failure,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 8, 1100-1104.

Eldeniz AÜ, Erdemir A, Belli S (2005) *Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer,* J Endod, 31, 293-296.

Epley SR, Fleischman J, Hartwell G, Cicalese C (2006) *Completeness of root canal obturations: Epiphany techniques versus gutta-percha techniques,* J Endod, 32, 541-544.

Eriksen HM, Orstavik D, Kerekes K (1988) *Healing of apical periodontitis after endodontic treatment using three different root canal sealers,* Endod Dent Traumatol, 4, 114-117.

Evans JT, Simon JH (1986) *Evalution of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer,* J Endod, 12, 100-107.

Farmakis ET, Chaniotis A, Kontakiotis EG, Georgopoulou MK (2005) *Long term evaluation of coronal leakage of root filled teeth, using different sealers,* Int Endod J, 38, 914-948 (R35).

Forman GH, Ord RA (1986) *Allergic endodontic angiooedema in response to periapical Endomehasone,* Br Dent J, 160, 348-350.

Friedland B, Faiella RA, Bianchi J (2001) *Use of rotational tomography for assessing internal resorption,* J Endod, 27, 797-799.

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, 609-612.

Fujishima T, Imai Y (1992) *Preparation and properties of new root canal fillling material with adhesiveness to tooth,* Jpn J Conserv Dent, 35, 232-239.

Fulkerson MS, Czerw RJ, Donnelly JC (1996) *An in vitro evaluation of the sealing ability of Super-EBA cement used as a root canal sealer,* J Endod, 22, 13-18.

Gahleitner A, Hofschneider UB, Tepper G, Pretterklieber M, Schick S, Zauza K, Watzek G (2001) *Lingual vascular canals of the mandible: Evalution with dental CT,* Radiology, 220, 186-189.

Gani O, Visvisian C, de Caso C (2000) *Quality of apical seal in curved canals using three types of spreaders,* J Endod, 26, 581-585.

Garip Y, Günday M (2001) *The use of computed tomograpy when comparing nickel-titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals,* Int Endod J, 34, 452-457.

Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH (2001) *Evalution of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces,* J Endod, 27, 321-324.

Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M (2005) *Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin,* J Endod, 31, 809-813.

Gettleman BH, Messer HH, ElDeeb ME (1991) *Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer,* J Endod, 17, 15-20.

Gilbert SD, Witherspoon DE, Berry CW (2001) *Coronal leakage following three obturation techniques,* Int Endod J, 34, 293-299.

Gillespie WT, Loushine RJ, Weller RN, Mazzoni A, Doyle MD, Waller JL, Pashley DH, Tay FR (2006) *Improving the performance of EndoREZ root canal sealer with a dual-cured two step self-etch adhesive. II apical and coronal seal,* J Endod, 32, 771-775.

Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS (2001) *A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators,* Int Endod J, 34, 476-484.

Gogos C, Economides N, Stavrianos C, Kolokouris I, Kolorikos I (2004) *Adhesion of a new methacrlate resin-based sealer to human dentin,* J Endod, 30, 238-240.

Gogos C, Stavrianos C, Kolokouris I, Papadoyannis L, Economides N (2003) *Shear bond strength of AH-26 root canal sealer to dentin using three dentine bonding agents,* J Dent, 31, 321-326.

Goldman M, Simmonds S, Rush R (1989) *The usefulness of dye penetration studies reexamined,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 67, 327-332.

Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Letoumaeu JM (1980) *Adaptation and porosity of poly-HEMA in a model system usig two microorganisms,* J Endod, 6, 683-686.

Gopikrishna V, Bhargavi N, Kandaswamy D (2006) *Endodontic management of a maxillary first molar with a single root and a single canal diagnosed with the aid of spiral CT: a case report,* J Endod, 32, 687-691.

Gordon MP, Love RM, Chandler NP (2005) *An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals,* Int Endod J, 38, 87-96.

Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS, Denehy GE (1997) *Evalution of adhesive systems using acidic primers,* Am J Dent, 10, 219-223.

Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fetita C, Preteux F, Brauner MW, Lenoir S (2002) *New frontiers in CT imaging of airway disease,* Eur Radiol, 12, 1504-1511.

Grossman LI (1939) *A study of temporary fillings as hermetic sealing agents,* J Dent Res, 18, 67-71.

Guerisoli DM, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD (2002) *Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation,* Int Endod J, 35, 418-21.

Guigand M, Pellen-Mussi P, Le Goff A, Vulcain J-M, Bonnaure-Mallet M (1999) *Evaluation of the cytocompatibility of three endodontic materials,* J Endod, 25, 419-423.

Gutmann JL, Witherspoon DE (1998) *Obturation of the cleaned and shaped root canal system.* In "Pathways of the pulp" Ed. by Cohen S, Burns RC, 258-361, 7th edn. St. Louis: CV Mosby.

Gültekin S, Araç M, Çelik H, Karaosmanoğlu AD, Işık S (2003) *Mandibulanın lingual vasküler kanallarının dental BT ile değerlendirilmesi,* Tanısal ve Girişimsel Radyoloji, 9, 188-191.

Haikel Y, Wittenmeyer W, Bateman G, Bentaleb A, Allemann C (1999) *A new Method for the quantitative analysis of endodontic microleakage,* J Endod, 25, 172-177.

Hannig C, Dullin C, Hülsmann M, Heidrich G (2005) *Three-dimensional, non-destructive visualization of vertical root fractures using flat panel volume detector computer tomography: an ex vivo in vitro case report,* Int Endod J, 38, 904-913.

Hansen EK, Asmussen E, Christiansen NC (1990) *In vivo fractures of endodontically treated posterior teeth restored with amalgam,* Endod Dent Traumatol, 6, 49-55.

Hashimoto K, Arai Y, Iwai K, Araki M, Kawashima S, Terakado M (2003) *A comparison of a new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multi-detector row helical CT machine,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 95, 371–377.

Hauman CH, Love RM (2003) *Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 2. root-canal-filling materials,* Int Endod J, 36, 147-160.

Helfer AR, Melnick S, Schilder H (1972) *Determination of moisture content of vital and pulpless teeth,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 34, 661-670.

Hernandez R, Bader S, Boston D, Trope M (1994) *Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with new generation dentine bonding systems,* Int Endod J, 27, 281-284.

Heydecke G, Butz F, Strub JR (2001) *Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study,* J Dent, 29, 427-433.

Hiraishi N, Papacchini F, Loushine RJ, Weller RN, Ferrari M, Pashley DH, Tay FR (2005) *Shear bond strength of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer,* J Endod, 38, 753-763.

Hofschneider UB, Teper G, Gahleitner A, ULM C (1999) *Assessment of the blood supply to the mental region for reduction of bleeding complications during implant surgery in the interforaminal region,* Int J Oral Maxillofac Implants, 14, 379-383.

Holcomb JQ, Pitts DL, Nicholls JI (1987) *Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation,* J Endod, 13, 277-284.

Honda K, Larheim TA, Johannessen S, Arai Y, Shinoda K, Weatesson PL (2001) *Ortho cubic super-high resolution computed tomography (Ortho-CT). A new radiographic technique with application to the temporomandibular joint,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 91, 239 –243.

Horning TG, Kessler JR (1995) *A comparison of three different root canal sealers when used to obturate a moisture-contaminated root canal system,* J Endod, 21, 354-357.

Hounsfield GN (1973) *Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system,* Br J Radiol, 68, H166-72.

Hovland EJ, Dumsha TC (1985) *Leakage evalution in vitro of the root canal sealer cement Sealapex,* Int Endod J, 18, 179-182.

Hugh CL, Walton RE, Facer SR (2005) *Evalution of intracanal sealer distribution with 5 different obturation techniques,* Quintessence Int, 36, 721-729.

Hurmuzlu F, Serper A, Siso SH, Er K (2003) *In vitro fracture resistance of root- filled teeth using new-generation dentin bonding adhesives,* Int Endod J, 36, 770-773.

Imai Y, Komabayashi T (2003) *Porperties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin,* J Endod, 29, 20-23.

Ingle JI, West JD (1998) *Obturatión del espacio radicular.* In "Endodoncia" Ed. by Ingle JI, Bakland LF, 4th edn., DF Mexico, Měxico: Interaměrica, 238-335.

Ingle JI, Beveridge EE, Glick DH, Weichman JA (1994) *Modern Endodontic Therapy* In"Endodontics" Ed. by Ingle JI, Bakland LK, 4th edn., Lea & Febiger, Philadelphia, US., 3-48.

Ito K, Yoshimura N, Goke E, Arai Y, Shinoda K (2001) *Clinical application of a new compact computed tomography system for evaluating the outcome of regenerative therapy: a case report,* J Periodontol, 72, 696-702.

Jacobsen EL, BeGole EA, Vitkus DD, Daniel JC (1987) *An evalution of two newly formulated calcium hydroxide cements: a leakage study,* J Endod, 13, 164-9.

Jacobson HL, Xia T, Baumgartner JC, Marshall JG, Beeler WJ (2002) *Microbial leakage evaluation of the continuous wave of condensation,* J Endod, 28, 269-271.

Jacobson SM, Von Fraunhofer JA (1976) *The investigation of microleakage in root canal theraphy,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 42, 817-823.

Jia WT (2005) *Dental filling material.* United States Patent & Trademark Office. United States Patent Aplication 20050066854, March 31.

Jia WT, Alpert B (2003) *Root canal filling material*. United states patent & Trademark Office. United States Patent Aplication 20030113686, June 19.

Jin GC, Lee SJ, Roh BD (2006) *Anatomical study of C-shaped canals in mandibular second molars by analysis of computed tomography,* J Endod, 32, 10-13.

Johnson ME, Stewart GP, Nielsen CJ, Hatton JF (2000) *Evalution of root reinforcement of endodontically treated teeth,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 90, 360-364.

Jung M, Lommel D, Klimek J (2005) *The imaging of root canal obturation using micro-CT,* Int Endod J, 38, 617-626.

Kalender WA (2000) In "Computed Tomography" Wiley-VCH.

Kalender WA (1995) *Thin-section three dimensional spiral CT: is isotropic imaging possible?,* Radiology, 197, 578-580.

Kalender WA, Seissler W, Klotz E, Vock P (1990) *Spiral volumetric CT with single-breadth-hold technique, continuous transport, and continuous scanner rotation,* Radiology, 176, 181-183.

Kaplan AE, Goldberg F, Artaza LF, de Silvio A, Macchi RL (1997) *Disintegration of endodontic cements in water,* J Endod, 23, 439-441.

Katada K (2002) *Half-second, half milimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquilon,* Medical Review, 68, 1-8.

Kataoka H, Yoshioka T, Suda H, Imai Y (2000) *Dentin bonding and sealing ability of a new root canal resin sealer,* J Endod, 26, 230-235.

Karagöz-Küçükay I, Küçükay S, Bayırlı G (1993) *Factors affecting apical leakage assessment,* J Endod, 19, 362-365.

Kaufman AY, Tagger M, Katz A, Yosef A (1989) *Life and AH26 as sealers in thermatically compacted gutta-percha root canal fillings: leakage to a dye,* J Endod, 15, 68-71.

Kazemi RB, Safavi KE, Spangberg LS (1993) *Dimensional changes of endodontic sealers,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 76, 766-771.

Kennedy WA, Walker WA 3rd, Gough RW (1986) *Smear layer removal effects on apical leakage,* J Endod, 12, 21-27.

Kersten HW, Moorer WR (1989) *Particules and molecules in endododntic leakage,* Int Endod J, 22, 118-124.

Kersten HW, ten Cate JM, Exterkate RA, Moorer WR, Thoden van Velzen SK (1988) *A standardized leakage test with curved root canals in artificial dentine,* Int Endod J, 21, 191-199.

Key JE, Rahemtulla FG, Eleazer PD (2006) *Cytotoxicity of a new root canal filling material on human gingival fibroblasts,* J Endod, 32, 756-758.

Kim E, Kim KD, Roh BD, Cho YS, Lee SJ (2003) *Computed tomography as a diagnostic aid for extracanal invasive resorption,* J Endod, 29, 463-465.

Kokorikos I, Kolokouris I, Economides N, Gogos C, Beltes P (2005) *Comparative study of sealing ability of a new resin-based root canal sealer,* Int Endod J, 38, 914-948 (R29).

Kolokuris I, Beltes P, Economides N, Vlemmas I (1996) *Experimental study of the biocompatibility of a new glass ionomerroot canal sealer (Ketac-Endo),* J Endod, 22, 395-398.

Kouvas V, Liolios E, Vassiliadis L, Parissis-Messimeris S, Boutsioukis A (1998) *Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: a SEM study,* Endod Dent Traumatol, 14, 191-195.

Krakow AA, de Stoppelaar JD, Gron P (1977) *In vivo study of temporary filling materials used in endodontics in anterior teeth,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 43, 615-620.

Larder TC, Prescott AJ, Brayton SM (1976) *Gutta-perch: a comparative study of three methods of obturation,* J Endod, 2, 289-294.

Lam PP, Palamara JE, Messer HH (2005) *Fracture strength of tooth roots following canal preparation by hand and rotary instrumentation,* J Endod, 31, 529-532.

Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH (2002) *Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha,* J Endod, 28, 684-688.

Lee CO, Harandi L, Cobb CM (1997) *Evalution of glass ionomer as an endodontic sealant: an in vitro study,* J Endod, 23, 209-212.

Leonard JE, Gutmann JL, Guo IY (1996) *Apical and coronal seal of roots obturated with a dentin bonding agent and resin,* Int Endod J, 29, 76-83.

Leonardo MR, da Silva LA, Tanomaru Filho M, Bonifacio KC, Ito IY (2000) *In vitro evalution of antimicrobial activity of sealers and pastes used in endodontics,* J Endod, 26, 391-394.

Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH (2003) *Patterns of vertical root fracture: factors affecting stres distribution in the root canal,* J Endod, 29, 523-528.

Lertchirakarn V, Timyam A, Messer HH (2002) *Effects of root canal sealers on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth,* J Endod, 28, 217-219.

Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH (1999) *Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture,* J Endod, 25, 99-104.

Leyhausen G, Heil J, Reifferscheid G, Waldmann P, Geurtsen W (1999) *Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin based root canal sealer AH Plus,* J Endod, 25, 109-113.

Li Y, Zhang W, Onyago O, Gagliardi S, Jia W (2005) *Antimicrobial potential of Epiphany RCS system,* [abstract #0677]. 83th General Session and Exhibition of the International Association for Dental Research, March 9-12, 2005, Baltimore, US.

Limkangwalmongkol S, Burtscher P, Abbott PV, Sandler AB, Bishop BM (1991) *A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha,* J Endod, 17, 495-499.

Madison S, Wilcox LR (1988) *An evalution of coronal microleakage in endodontically terated teeth. Part III. In vivo study,* J Endod, 14, 455-458.

Madison S, Swanson K, Chiles SA (1987) *An evalution of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types,* J Endod, 13, 109-112.

Madison S, Zakariasen KL (1984) *Linear and volumetric analysis of apical leakage in teeth prepared for posts,* J Endod, 10, 422-427.

Mannocci F, Ferrari M (1998) *Apical seal of roots obturated with laterally condensed gutta percha, epoxy resin cement and dentin bonding agent*, J Endod, 24, 41-44.

Mannocci F, Innocenti M, Ferrari M (1998) *Stereomicroscopic and scanning electron microscopic study of roots obturated with vertically condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent,* J Endod, 24, 397-400.

Maltezos C, Glickman GN, Ezzo P, He J (2006) *Comparison of the sealing of Resilon, Pro Root MTA, and Super-EBA as root-end filling materials: a bacterial leakage study,* J Endod, 32, 324-327.

Manogue M, Yonugson CC, Martin DM (1994) *Influence of age on the extent of voids in root canals sealed using a cold lateral condensation technique,* Int Endod J, 27, 11-15.

Matloff IR, Jensen JR, Singer I, Tabiba A (1982) *A comparison of methods used in root canal sealability studies,* Oral Surg, 53, 203-208.

Mattison GD, von Fraunhofer JA (1983) *Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 55, 402-407.

McCullock AJ, Smith BG (1986) *In vitro studies of cusp reinforcement with adhesive restorative material,* Br Dent J, 161, 450-452.

McMichen FR, Pearson G, Rahbaran S, Gulabivala K (2003) *A comparative study of selected physical properties of five root-canal sealers,* Int Endod J, 36, 629-635.

Meister F Jr, Lommell TJ, Gerstein H (1980) *Diagnosis and possible causes of vertical root fractures,* Oral Surg Oral Med Oral Pahol, 49, 243-253.

Mickel AK, Nguyen TH, Chogle S (2003) *Antimicrobial activity of endodontic sealers on Enterococcus faecalis,* J Endod, 29, 257-258.

Miletic I, Anic I, Pezelji-Ribaric S, Jukic S (1999) *Leakage of five root canal sealers,* Int Endod J, 32, 415-418.

Miner MR, Berzins DW, Bahcall JK (2006) *A comparison of thermal properties between gutta-percha and a synthetic polymer based root canal filling material (Resilon),* J Endod, 32, 683-686.

Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F (2001) *The structure of dentin in the apical region of human teeth,* Int Endod J, 34, 346-353.

Morfis AS (1990) *Vertical root fractures,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 68, 631-635.

Mutal L, Gani O (2005) *Presence of pores and vacuoles in set endodontic sealers,* Int Endod J, 38, 690-696.

Muvdi BB, McNabb JW (1991) In "Engineering mechanics of materials" 3rd. Springer-Verlag, New York, 693.

Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Inamoto K, Ariji E, Nakamura H (2006) *Effectiveness of dental computed tomography in diagnostic imaging of periradicular lesion of each root of multirooted tooth: a case report,* J Endod, 32, 583-587.

Nielsen BA, Baumgartner JC (2006) *Spreader penetration during lateral compaction of Resilon and gutta-percha,* J Endod, 32, 52-54.

Obermayr G, Walton RE, Leary JM, Krell KV (1991) *Vertical root fracture and relative deformation during obturation and post cementation,* J Prosthet Dent, 66, 181-187.

Oksan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H (1993) *The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study,* Int Endod J, 26, 301-305.

Oliet S (1984) *Treating vertical root fractures,* J Endod 10, 391-396.

Onay EO, Ungor M, Orucoglu H (2006) *An in vitro evaluation of the apical sealing ability of a new resin-based root canal obturation system,* J Endod, 32, 976-978.

Orstavik D, Nordahl I, Tibballs JE (2001) *Dimensional change following setting of root canal sealer materials,* Dental Materials, 17, 512-519.

Orstavik D, Kerekes K, Eriksen HM (1987) *Clinical performance of three endodontic sealears,* Endod Dent Traumatol, 3, 178-186.

Oruçoğlu (2003) *Farklı kök kanal patlarının apikal sızıntısının bilgisayarlı sıvı filtrasyon yöntemi ile değerlendirilmesi ve kanal patlarının kök kanal dentini ile olan bağlantılarının push-out tekniği ve SEM ile incelenmesi,* SU Dişhek Fak, Konya.

Owen CP (1986) *Factors influencing in retention and resistance of preparations for cast intracoronal restorations,* J Prosthet Dent, 55, 674-677.

Ozata F, Onal B, Erdilek N, Turkun SL (1999) *A comparative study of apical leakage of Apexit, Ketac-Endo, and Diaket root canal sealers,* J Endod, 25, 603-604.

Önay E O (2006) *Rezin esaslı yeni bir kanal dolgu sisteminin apikal sızdırmazlığının ve biyolojik uyumluluğunun incelenmesi,* Doktora Tezi, Ankara.

Pashley DH, Thompson SM, Stewart FP (1983) *Dentin permeability. Effects of temperature on hydaulic conductance,* J Dent Res, 62, 956-959.

Pentron Clinical Technologies LLC (2003) *Material Safety Data Sheet,* Septeber 12

Peters OA (2004) *Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review,* J Endod, 30, 559-567.

Peters LB, Harrison JW (1992) *A comparison of leakage of filling materials in demineralized and non-demineralized resected root ends under vacuum and non-vacuum conditions,* J Endod, 25, 273-278.

Petersson K, Petersson A, Olsson B, Hakansson J, Wennberg A (1986) *Technical quality of root fillings in an adult Swedish populatin,* Endod Dent Traumatol, 2, 99-102.

PittFord TR (1979) *The leakage of root fillings using glass ionomer cement and other materials,* Br Dent J, 146, 273-278.

Pitts DL, Natkin E (1983) *Diagnosis and treatment of vertical root fractures,* J Endod, 9, 338-346.

Pitts DL, Matheny HE, Nicholls JI (1983) *An in vitro study of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation,* J Endod, 9, 544-550.

Pommel L, About I, Pashley D, Camps J (2003) *Apical leakage of four endodontic sealers,* J Endod, 29, 208-210.

Pommel L, Jacquot B, Camps J (2001) *Lack of correlation among three methods for evalation of apical leakage,* J Endod, 27, 347-350.

Powis DR, Folleras T, Merson SA, Wilson AD (1982) *Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel,* J Dent Res, 61, 1416-1422.

Rawlinsson A (1989) *Sealing root canal with low-viscosity resins in vitro. A scanning electron microscopy study of canal cleansing and resin adaptation,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 68, 330-338.

Ray HA, Trope M (1995) *Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of root filling and the coronal restoration,* Int Endod J, 28, 12-18.

Ray H, Seltzer S (1991) *A new glass ionomer root canal sealer,* J Endod, 17, 598-603.

Reeh ES, Messer HH, Douglas WH (1989) *Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures,* J Endod, 15, 512-516.

Rhome BH, Solomon EA, Rabinowitz JL (1981) *Isotropic evaluation of the sealing properties of lateral condensation, vertical condensation and Hydron,* J Endod, 7, 458-461.

Rigolone M, Pasqualini D, Bianchi L, Berutti E, Bianchi SD (2003) *Vestibular surgical Access to the palatine root of the superior first molar: Low-dose Cone-beam CT analysis of the pathway and its anatomic variations,* J Endod, 29, 773-775.

Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E (1980) *The clearing technique for the study of root canal systems,* J Endod, 6, 421-424.

Roggendorf MJ, Ebert J, Petschelt A, Frankenberger R (2005) *Epiphany – influence of sealer placement and cone taper on microleakage,* Int Endod J, 38, 914-948 (R32).

Ross FI (1980) *Fracture susceptibility of endodontically treated teeth,* J Endod, 6, 560-565.

Rundquist BD, Versluis A (2006) *How does canal taper affect root stresses,* Int Endod J, 39, 226-237.

Sagsen B, Er O, Kahraman Y, Akdogan G (2006) *Resistance to fracture of roots filled with three different techniques,* Int Endod J 40, 31-35.

Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo MP, Orstavik D (2003) *Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy,* J Endod, 29, 595-601.

Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D (2002) *The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers,* Int Endod J, 35, 859-866.

Sathorn C, Palamara JE, Palamara D, Messer HH (2005a) *Effect of root canal size and external root surface morphology on fracture susceptibility and pattern: a finite element analysis,* J Endod, 31, 288-292.

Sathorn C, Palamara JE, Messer HH (2005b) *A comparison of the effects of two canal preparation techniques on root fracture susceptibility and fracture pattern,* J Endod, 31, 283-287.

Saunders WP, Saunders EM (1994) *Influence of smear layer on the coronal leakage of thermafil and laterally condensed gutta-percha root fillings with a glass ionomer sealer,* J Endod, 20, 155-158.

Saw LH, Messer HH (1995) *Root strains associated with different obturation techniques,* J Endod, 21, 314-320.

Schafer E, Olthoff G (2002) *Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted gutta-percha,* J Endod, 28, 638-642.

Schilder H, Goodman A, Aldrich W (1974a) *The thermomechanical properties of gutta-percha I. The compressibility of gutta-percha,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol 37, 946-953.

Schilder H, Goodman A, Aldrich W (1974b) *The thermomechanical properties of gutta-percha. 3. Determination of phase transition for gutta-percha,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol 38, 109-114.

Schilder H (1967) *Filling root canals in three dimensions,* J Endod, 32, 281-290.

Selden HS (1996) *Repair of incomplete vertical root fracturesin endodontically treated teeth-in vivo trials,* J Endod, 22, 426-429.

Seven N, Kırzıoğlu Z (1989) *Kök kanal dolgu maddesi olarak polikarboksilat siman, cam iyonomer ve AH 26' nın apikal sızıntılarının karşılaştırılması,* Ege Diş Hek Fak Derg, 4, 91-98.

Serene TP, Vesely J, Boackle RJ (1988) *Complement activation as a possible in vitro indication of the inflammatory potential of endodontic materials,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 65, 354-357.

Shipper G, Teixeira FB, Arnold RR, Trope M (2005) *Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta percha or Resilon,* J Endod, 31, 91-96.

Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M (2004) *An evalution of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polimer-based root canal filling material (Resilon),* J Endod, 30, 342-347.

Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K (2001) *Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain,* Int Endod J, 34, 120-132.

Simon JH, Enciso R, Malfaz JM, Roges R, Bailey-Perry M, Patel A (2006) *Differential diagnosis of large periapical lesions using Cone-Beam Computed Tomography measurements and biopsy,* J Endod, 32, 833-837.

Siso SH, Hurmuzlu F, Altundasar E, Serper A, Nagas E, Savgat A (2005) *Evaluation of the fracture resistance of root filled teeth restored with different restorative materials and post systems,* Int Endod J, 38, 914-918, R53.

Sjögren U, Sundqvist G, Nair PN (1995) *Tissue reaction to gutta-percha particles of various sizes when implanted subcutaneously in guinea pigs,* Eur J Oral Sci, 103, 313-321.

Sly MM, Moore BK, Platt JA, Brown CE (2007) *Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany),* J Endod, 33, 160-162.

Sousa CJ, Montes CR, Pascon EA, Loyola AM, Versiani MA (2006) *Comparison of the intraosseous biocompatibility of AH Plus, EndoREZ, and Epiphany root canal sealers,* J Endod, 32, 656-662.

Spangberg LS (1998) *Instruments, materials and devices.* In "Pathways of the Pulp" Ed. by Cohen S, Burns RC, 7th edn. 510, St. Louis: Mosby Inc.

Spangberg LS, Acierno TG, Yongbum Cha B (1989) *Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods,* J Endod, 15, 548-551.

Spangberg L (1974) *Biologic effetcts of root-canal-filling materials. The effect on bone tissue of two formaldehyde-containing root canal filling pastes: N2 and Riebler's paste,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 38, 934-944.

Spangberg L, Langeland K (1973) *Biologic effects of dental materials. 1. Toxicity of root-canal-filling materials on HeLa cells in vitro,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 35, 402-414.

Starkey DL, Anderson RW, Pashley DH (1993) *An evalution of the effects of methylene blue dye pH on apical leakage,* J Endod, 19, 435-439.

Steele A, Johnson BR (1999) *In vitro fracture strength of endodontically treated premolars,* J Endod, 25, 6-8.

Stewart GG, Kapsimalas P, Rappaport H (1969) *EDTA and urea peroxide for root canal preparation,* J Am Dent Assoc, 78, 335-338.

Stewart GG (1958) *A comparative study of three root canal sealing agents,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 11, 1174-1178.

Stratton RK, Apicella MJ, Mines P (2006) *A fluid filtration comparison of gutta-percha versus Resilon, a new soft resin endodontic obturation system,* J Endod, 32, 642-645.

Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ (2006) *Reinforcement of immature roots with a new resin f illing material,* J Endod, 32, 350-353.

Sugawara A, Chow LC, Tagagi S, Chohayeb H (1990) *In vitro evalution of the sealing ability of a calcium phosphate cement when used as a root canal sealer-filler,* J Endod, 16, 162-165.

Sundqvist G, Fidgor D (1998) *Endodontic treatment of apical periodontitis.* In "Essential Endodontology" Ed. by Orstavik D, Pitt Ford TR, 242-277, Blackwell Science, Oxford, UK.

Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK (2003a) *Shearing bond strength of endodontic sealers to gutta-percha,* J Endod, 29, 191-193.

Tagger M, Greenberg B, Sela G (2003b) *Interaction between sealers and gutta-percha cones,* J Endod, 29, 835-837.

Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK (2002) *Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin,* J Endod, 28, 351-354.

Tagger M, Tagger E, Kfir A (1988) *Release of calcium and hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide,* J Endod, 14, 588-591.

Tamse A, Fuss Z, Lustig J, Kaplavi J (1999) *An evalution of endodontically treated vertically fractured teeth,* J Endod, 25, 506-508.

Tamse A (1988) *Iatrogenic vertical root fractures in endodontically treated teeth,* Endod Dent Traumatol, 4, 190-196.

Taranu R, Wegerer U, Roggendorf MJ, Ebert J, Petschelt A, Frankenberger R (2005) *Leakage analysis of three modern root filling materials after 90 daysof storage,* Int Endod J, 38, 914-948 (R31).

Tay FR, Hiraishi N, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Gillespie WT, Doyle MD (2006) *Bondability of Resilon to methacrylate-based root canal sealer,* J Endod, 32, 133-137.

Tay FR, Loushine RJ, Monticelli F, Weller RN, Breschi L, Ferrari M, Pashley DH (2005a) *Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals,* J Endod, 31, 659-664.

Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH (2005b) *Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach,* J Endod, 31, 584-589.

Tay FR, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH, Mak YF, Lai CN, Raina R, Williams MC (2005c) *Ultrastructural evalution of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone –based root canal filling material,* J Endod, 31, 514-519.

Tay FR, Pashley DH, Williams MC, Raina R, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, King NM (2005d) *Susceptibility of a polycaprolactone-based root canal filling material to degradation. I. Alkaline hydrolysis,* J Endod, 31, 593-598.

Taylor JK, Jeansonne BG, Lemon RR (1997) *Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique, and sealer,* J Endod, 23, 508-512.

Teixeira FB, Teixeira FC, Thompson JY, Trope M (2004) *Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material,* J Am Dent Assoc, 135, 646-652.

Tepper G, Hofschneider UB, Gahleitner A, Ulm C (2001) *Computed tomographic diagnosis and localization of bone canals in the mandibular interforaminal region for preventing bleeding complications during implant surgery,* Int J Oral Maxillofac Implants, 16, 68-72.

Terakado M, Hashimoto K, Arai Y, Honda M, Sekiwa T, Sato H (2000) *Diagnostic imaging with newly developed ortho cubic super-high resolution computed tomography (Ortho-CT),* Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 89, 509–518.

Testori T, Badino M, Castagnola M (1993) *Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey of 36 cases,* J Endod, 19, 87-91.

Tidswell HE, Saunders EM, Saunders WP (1994) *Assessment of coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and a glass ionomer root canal sealer,* Int Endod J, 27, 208-212.

Timpawat S, Jensen J, Feigal RJ, Messer HH (1983) *An in vitro study of the comparative effectiveness of obturating curved root canals with gutta-percha cones, silver cones and stainless steel files,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 55, 180-185.

Torbjorner A, Karlsson S, Odman PA (1995) *Survival rate and failure characteristics of two post designs,* J Prosthet Dent, 73, 439-444.

Trope M, Ray H Jr (1992) *Resistance to fracture of edodontically treated roots,* Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 73, 99-102.

Trope M, Pettigrew J, Petras J, Barnett F, Tronstad L (1989) *Differentiation of radicular cyst and granulomas using computerized tomography,* Endod Dent Traumatol, 5, 69-72.

Tunga U, Bodrumlu E (2006) *Assessment of the sealing ability of a new root canal obturation material,* J Endod, 32, 876-878.

Ungor M, Onay EO, Orucoglu H (2006) *Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha,* Int Endod J, 39, 643-647.

Ulusoy ÖİA, Genç Ö, Aslan S, Alaçam T, Gorgul G (2006) *Üç farklı kanal dolgu materyaliyle doldurulmuş kök kanallarının kırılma dayanıklılığı,* 6. Ege Uluslar arası Kongresi, Antalya, P44.

Uyanık Ozgur M, Cehreli ZC, Ozgen Mocan B, Tasman Dagli F (2006) *Comparative evalution of three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography,* J Endod, 32, 668-671.

Uzel İ (2000) *Endodonti' nin Tarihçesi* "Endodonti" Alaçam T, II. Baskı, 1-15, Barış Yayınları, Ankara.

Üngör M, Gülsahi K, Onay EO, Tasman F (2005) *Apical adaptation of root fillings completed using a soft resin canal filling system,* Int Endod J, 38, 914-948 (R42).

Üngör M, Esener T, Yavru S, Erganiş O (1995) *İki ayrı kalsiyum hidroksit içerikli kanal dolgu patının sitotoksisite, apikal sızdırmazlık ve antimikrobiyal etkinliklerinin araştırılması,* SÜ Diş Hek Fak Derg, 5, 25-30.

Versiani MA, Carvalho-Junior JR, Padilha MI, Lacey S, Pascon EA, Sousa-Neto MD (2006) *A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealents,* Int Endod J, 39, 464-471.

Vertucci FJ (1985) *Management of a vertical root fracture,* J Endod, 11, 126-131.

Villegas JC, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H (2005) *Quality of gutta-percha root canal fillings using differently tapered gutta-percha master points,* J Endod, 31, 111-113.

von Fraunhofer JA, Fagundes DK, McDonald NJ, Dumsha TC (2000) *The effect of root canal preparation on microleakage within endodontically treated teeth: an in vitro study,* Int Endod J, 33, 355-360.

Walton RE, Michelich RJ, Smith N (1984) *The histopathogenesis of vertical root fractures,* J Endod, 10, 48-56.

Walsh H (2004) *The hybrid concept of nickel-titanium rotary instrumentation,* Dent Clin N Am, 48, 183-202.

Wang CS, Debelian GJ, Teixeira FB (2006) *Effect of intracanal medicament on the sealing ability of root canals filled with Resilon,* J Endod, 32, 532-536.

Wechsler SM, Vogel RI, Fishelberg G, Shovlin FE (1978) *Iatrogenic root fractures: a case report,* J Endod, 4, 251-253.

Weller RN, Kimbrough WF, Anderson RW (1997) *A comparison of thermoplastic obturation techniques: adaptation of the canal walls,* J Endod, 23, 703-706.

Wesselink PR (1990) *Conventional root -canal theraphy III: root filling.* In "Endodontics in Clinical Practice" Ed. by Harty FJ, 3rd edn., 186-223, London, UK: Butterworth.

White PR, Goldman M, Lin PS (1987) *The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II,* J Endod, 13, 369-374.

Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T (1997) *The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture,* J Endod, 23, 533-534.

Wilson AD, Kent BE (1972) *A new translucent cement for dentistry: the glass ionomer cement,* Br Dent J, 132, 133-135.

Wolcott J, Himmel T, Powell W, Penney J (1997) *Effect of two obturation techniques of the filling of lateral canals and the main canal,* J Endod, 23, 632-635.

Wu MK, van der Sluis LWM, Wesselink PR (2004) *Comparison of mandibular premolars and canines with respect to their resistance to vertical root fracture,* J Dent, 32, 265-268.

Wu MK, Ozok AR, Wesselink PR (2000) *Sealer distribution in root canals obturated by three techniques,* Int Endod J, 33, 340-345.

Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR (1998) *Long-term seal provided by some root-end filling materials,* J Endod, 24, 557-560.

Wu MK, Wesselink PR, Boersma J (1995) *A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thickness,* Int Endod J, 28, 185-189.

Wu M-K, DeGee AJ, Wesselink PR, Moorer WR (1993) *Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings,* Int Endod J, 26, 203-208.

Wu M-K, Wesselink PR (1993) *Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, applicatian and relevance,* Int Endod J, 26, 37-43.

Yared GM, Dagher FE (1995) *Influence of plugger penetration on the sealing ability to vertical condensation,* J Endod, 21, 152-153.

Zaimoğlu L, Şaklar F, Aslan B, Kalaycı A, Topbaş C, Çetinkaya N (1995) *Bir cam iyonomer esaslı kanal dolgu patının apikal sızıntı yönünden değerlendirilmesi,* A Üniv Diş Hek Fak Derg, 22, 19-22.

Zetterqvist L, Anneroth G, Danin J, Roding K (1988) *Microleakage of retrograde fillings: a comparative investigation between amalgam and glass ionomer cement in vitro,* Int Endod J, 21, 1-8.

Zıraman F (2000) *Farklı iki kanal patının dentin tübüllerine penetrasyonlarının incelenmesi: SEM (Scanning Electron Mycroscope) çalışması,* Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 10, 21-24.

Zidan O, ElDeeb ME (1985) *The use of a dentinal bonding agents as a root canal sealer,* J Endod, 11, 176-178.

Zmener O, Banegas G, Pamaijer CH (2005) *Bone tissue response to a methacrylate-based endodontic sealer: a histological and histometric study,* J Endod, 31, 457-459.

Zmener O (2004) *Tissue response to a new methacrylate-based root canal sealer: preliminary observations in the subcutaneous connective tissue of rats,* J Endod, 30, 348-351.

9. ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Sivas'ta doğdu. İlköğretimini Konya ve Antalya'da tamamladı. Konya Muhittin Güzelkılıç Lisesi'ni 1997 yılında bitirdikten sonra Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nde okumaya hak kazandı. 2002 yılında mezuniyetini takiben aynı fakültede Endodonti Anabilim Dalı'nda doktora programına başladı. Halen aynı bölümde doktora öğrencisi ve araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

10. TEŞEKKÜR

Hayatım boyunca desteklerini yanımda hissettiğim aileme; tez çalışmam boyunca beni titizlikle yönlendiren tez danışmanım Sayın Doç.Dr. Hale Arı'ya; değerli fikirleri ve tecrübesini cömertçe paylaşan Sayın Prof.Dr. Sema Belli'ye; laboratuvar aşamasındaki yardımlarından dolayı Sayın Turan Akdağ'a; istatistiksel analizlerin yapılmasındaki katkılarından dolayı Sayın İsmail Keskin'e en içten duygularımla teşekkür ederim.