

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

(DOKTORA TEZİ)

**KALSİYUM HİDROKSİT İLE TEDAVİ EDİLMİŞ VE DEĞİŞİK
KÖK KANAL SEALERLARI İLE DOLDURULMUŞ DİŞLERİN
KIRILMA DİRENÇLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

FÜSUN FERAH

**DANIŞMAN
PROF. DR. R. KEMAL SÜBAY**

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI
ENDODONTİ PROGRAMI**





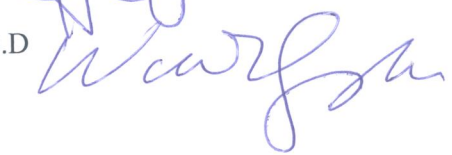
İSTANBUL-2012

TEZ ONAYI

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Endodonti Anabilim Dalı Doktora Programında Fusun Ferah tarafından hazırlanan Kalsiyum hidroksit ile tedavi edilmiş ve değişik kök kanal sealerları ile doldurulmuş dişlerin kırılma dirençlerinin değerlendirilmesi. başlıklı Doktora tezi, yapılan tez sınavında Jürimiz tarafından başarılı bulunarak kabul edilmiştir.

06 / 04 / 2012

Tez Sınav Jürisi

<u>Ünvanı Adı Soyadı (Üniversitesi, Fakültesi, Anabilim Dalı)</u>	<u>İmzası</u>
1.Prof.Dr. R. Kemal Sübay İ.Ü.Diş Hek Fak Endodonti Anabilim Dalı	
2.Prof.Dr. Selmin Aşçı İ.Ü.Diş Hek Fak Endodonti Anabilim Dalı	
3.Prof.Dr. Haşmet Ulukapı İ.Ü.Diş Hek Fak Diş Hast. ve Ted. A.B.D	
4.Prof.Dr. Hakan Özbaş İ.Ü.Diş Hek Fak Endodonti Anabilim Dalı	
5.Prof.Dr. Nimet Gençoğlu M.Ü.Diş Hek Fak Diş Hast. ve Ted. A.B.D	

BEYAN

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

FÜSUN FERAH

(İmza)

İTHAF

Değerli Hocam Prof. Dr. R.Kemal Sübay' a...

TEŞEKKÜR

Doktora tezimin hazırlanması sırasında kıymetli bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren, bana büyük özveri ile destek ve yardımcı olan tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. R. Kemal Sübay'a;

Endodonti Anabilim Dalı' ndaki doktora eğitimim ve asistanlık hayatım boyunca, yetişmemde büyük emeği ve katkısı bulunan değerli hocam Prof. Dr. Selmin Aşçı ve bütün öğretim üyelerine;

Doktora çalışmam sırasında verdikleri destekten dolayı Dr. Handan Ersev, Dr. Emir Dinçol, Dr. Selçuk Gökyay, Dr. Ayça Şimşek, Dt. Okan Karapınar, Emre Akıltepe ve Dr. Gökhan Töre' ye;

Tez deneylerimin yapılması aşamasında, Üniversal Test Cihazının kullanımında yardımcı olan Murat Sağlam' a;

Tüm yaşamım ve doktora eğitimim boyunca, bana maddi ve manevi olarak her zaman destek olan canım aileme;

sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	İİ
BEYAN.....	İİİ
İTHAF.....	İV
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLolar LİSTESİ.....	Vİİİ
ŞEKİLLER LİSTESİ	İX
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	Xİ
ÖZET	Xİİ
ABSTRACT.....	Xİİİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Endodontik tedavili dişlerde dikey kök kırığı ve etyolojisi	6
2.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi: NiTi Döner Alet Taperının, Dentinin Kırılma Dayanımına Etkileri	10
2.3. Kalsiyum Hidroksit: Kök Kanal Medikamenti Olarak Kullanımı ve Dentinin Kırılma Dayanımına Etkileri.....	12
2.4. İrrigasyon Solüsyonları: Dentin Mikrosertliği Üzerindeki Etkileri.....	14
2.5. Kök Kanalı Sealerları: Yapısal Özellikleri ve Dentinin Kırılma Dayanımına Etkileri.....	20
2.6. Kök Kanal Dolgu Patlarının Bağlanma Dayanımı ve Kırılma Direnci İnceleme Metotları.....	40
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	42
3.1. Gereç	42
3.2. Yöntem.....	43
3.2.1. Örneklerin Seçimi	43
3.2.2. Örneklerin Hazırlanması	44
3.2.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması	44
3.2.4. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	46
3.2.5. Kök Kanallarının İrrigasyonu	49
3.2.6. Kök Kanallarının Medikasyonu	49

3.2.7. Kök Kanallarındaki Medikamentin Temizlenmesi	49
3.2.8. Kök Kanal Sealerları	51
3.2.9. Diş Köklerinin Akrilik Bloklara Alınması	59
3.2.10. Kırma Testi	60
3.2.11. İstatistiksel Analiz	65
4. BULGULAR	66
4.1. Deney Gruplarında Apikal Şekillendirmede Kullanılan Taper Farkının Kırılma Dayanımına Etki Verileri	66
4.2. Deney Gruplarında Kullanılan Kalsiyum Hidroksit Materyalinin Kırılma Dayanımına Etki Verileri	67
4.3. Deney Gruplarında Kullanılan Kök Kanal Sealerlarının Kırılma Dayanımına Etki Verileri	69
5. TARTIŞMA	76
5.1. Çalışmada Kullanılan Materyal ve Metotlar Üzerindeki Tartışmalar	77
5.1.1. Çalışmada Kullanılan Diş Tipi ve Sayısı	77
5.1.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi; NiTi Döner Alet Kullanımı	79
5.1.3. Kök Kanal Medikasyonu	84
5.1.4. Kök Kanal İrrigasyonu	87
5.1.5. Kök Kanal Sealerları	90
5.1.6. Kanal Doldurma Yöntemi	99
5.1.7. Kullanılan Kırma Yöntemi	100
5.2. Dişlerin Kırılma Yönü Üzerindeki Tartışma	102
5.3. Alt Çene Keser Dişlerin Kök Kanal Morfolojisi Üzerindeki Tartışma	103
5.4. Çalışma Gruplarından Elde Edilen Bulgular Üzerindeki Tartışmalar	104
5.4.1. Kontrol Gruplarından Elde Edilen Bulgular Üzerindeki Tartışma	104
5.4.2. Kemomekanik Şekillendirme Yapılan Dişlerle (Kontrol 2), İntakt Dişlerin (Kontrol 1) Kıyaslanması Üzerindeki Tartışma	105
5.4.3. Kök Kanal Sealerları Üzerindeki Tartışma	118
6. KAYNAKLAR	135
ÖZGEÇMİŞ	169

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3-1: Deneyleerde kullanılan kök kanal sealerlarının içerikleri ve üretici firmaları.....	51
Tablo 4-1: Deney gruplarında apikal şekillendirmede kullanılan taper farkının, kırılma dayanım değerleri ve standart sapmaları.....	66
Tablo 4-2: Kalsiyum hidroksit medikasyonu varlığı ve yokluğunda dişlerin kırılma dayanım değerleri ve standart sapmaları.....	68
Tablo 4-3: Deney gruplarında kullanılan kök kanal sealerlarının dişlerin kırılma dayanımına etki değerleri ve standart sapmaları.....	70
Tablo 4-4: Deney gruplarında kullanılan kök kanal materyallerinin kırılma dayanıma etkisinin Tukey çoklu karşılaştırma testi.....	71

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3-1: Glyde Şıngaları.....	47
Şekil 3-2: XtremRace sistemi	48
Şekil 3-3: 25/ .04 taper yardımcı eğeler	48
Şekil 3-4: .06 ve .04 taper yardımcı eğeleri.....	48
Şekil 3-5: X-Smart tork kontrollü motor.....	48
Şekil 3-6: % 5 NaOCI solüsyonu.....	50
Şekil 3-7: % 17 EDTA solüsyonu.....	50
Şekil 3-8: Kalsiyum hidroksit tozu.....	50
Şekil 3-9: ActiV GP.....	52
Şekil 3-10: EndoSequence BC Sealer.....	52
Şekil 3-11: MetaSEAL.....	53
Şekil 3-12: AH-Plus.....	53
Şekil 3-13: intakt- MD.....	55
Şekil 3-14: intakt- BL.....	55
Şekil 3-15: Taper 2- MD.....	55
Şekil 3-16: Taper 2- BL.....	55
Şekil 3-17: Taper 4- MD.....	56
Şekil 3-18: Taper 4- BL.....	56
Şekil 3-19: Taper 4- Ca(OH) ₂ + MD.....	56
Şekil 3-20: Taper 4- Ca(OH) ₂ + BL.....	56
Şekil 3-21: MetaSEAL- MD.....	57
Şekil 3-22: MetaSEAL- BL.....	57
Şekil 3-23: ActiV GP- MD.....	57
Şekil 3-24: ActiV GP- BL.....	57

Şekil 3-25: EndoSequence BC Sealer- MD.....	58
Şekil 3-26: EndoSequence BC Sealer- BL.....	58
Şekil 3-27: AH-Plus- MD.....	58
Şekil 3-28: AH-Plus- BL.....	58
Şekil 3-29: Elastomerik ölçü maddesiyle elde edilen anahtar model.....	59
Şekil 3-30: Test düzeneği.....	59
Şekil 3-31: Autograph Universal Test Cihazı.....	60
Şekil 3-32: Kırma deneyi sonrası örnekler.....	61
Şekil 3-33: Kontrol 2 –Ca(OH) ₂ + .02 Taper - Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf.....	61
Şekil 3-34: Kontrol 2- Ca(OH) ₂ + .04 Taper - Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf.....	62
Şekil 3-35: Kontrol 2- .04 Taper - Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf.....	62
Şekil 3-36: Activ GP- Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf.....	63
Şekil 3-37: MetaSEAL - Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf.....	63
Şekil 3-38: EndoSequence BC Sealer- Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf.....	64
Şekil 3-39: AH Plus - Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf.....	64
Şekil 4-1: Deney gruplarında apikal şekillendirmede kullanılan taper farkının kırılma dayanım oranlarının dağılımı.....	67
Şekil 4-2: Kalsiyum hidroksit medikasyonu varlığı ve yokluğunda dişlerin kırılma dayanım oranlarının dağılımı.....	69
Şekil 4-3: Deney gruplarında kullanılan kök kanal sealerlarının dişlerin kırılma dayanımına etki oranlarının dağılımı.....	75

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

BL: Bukko-Lingual

Ca(OH)₂: Kalsiyum hidroksit

dak: Dakika

DBA: Dentin Bonding Ajanı

EDTA: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit

ISO: International Standarts Organisation

M: Molar

MAF: Master Apikal File

MD: Mesio-Distal

Min-Max: Minimum-maksimum

MPa: Megapaskal

N: Newton

NaOCl: Sodyum hipoklorit

Ort ± SS: Ortalama ± Standart Sapma

sn: Saniye

%: Yüzde

ÖZET

Ferah, F (2012). Kalsiyum hidroksit ile tedavi edilmiş ve değişik kök kanal sealerları ile doldurulmuş dişlerin kırılma dirençlerinin değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Çalışmamızın amacı, kök kanalları .02 ve .04 taper NiTi döner aletler ile şekillendirilen, 7 gün süresince kalsiyum hidroksit uygulanan ve farklı kök kanal sealerları kullanılarak doldurulan alt keser dişlerin kırılma dayanımını incelemektir. 420 adet alt keser dişin kuron kısımları mine-sement sınırından kesilmiş ve 13 mm' lik kökler rastlantısal olarak 21 gruba (n=20) ayrılmıştır. Kontrol 1 (grup 21-intakt) dışındaki tüm gruplarda kemomekanik şekillendirme yapılmıştır. Çalışmamızda NiTi döner alet sistemi olan RaCe kullanılarak, 400 adet dişin ½'sinde apikal şekillendirme .02/30, diğer yarısında ise .04/30 ile bitirilmiştir. .02/30 (n=100) ve .04/30 (n=100) ile şekillendirilen dişlerin 200 adedinde, toplam 10 grupta 7 gün süresince kanal içi medikament olarak kalsiyum hidroksit kullanılmıştır. Kemomekanik şekillendirme yapılan ve/veya medikament uygulanan 320 diş, dört gruba ayrılmıştır ve güta perka ve Activ GP (n=80), EndoSequence BC Sealer (n=80), MetaSEAL (n=80) ve AH Plus (control n=80) sealerları ile lateral kondansasyon tekniği ile doldurulmuştur. Kalan 80 diş ise boş bırakılmış ve kontrol 2 grubu olarak değerlendirilmiştir. Kök kanal patlarının polimerizasyonun tamamlanmasının ardından kökler akrilik bloklara gömülmüş ve dişler kırılana kadar baskı kuvveti (1mm/dk) uygulanmıştır. Bulguların istatistiksel analizleri için, normal dağılım gösteren parametrelerin gruplar arası değerlendirilmesinde 'tek yönlü varyans analizi', alt grup karşılaştırmalarında 'Tukey çoklu karşılaştırma' testi, ikili grupların karşılaştırmasında bağımsız 't' testi kullanılmış ve anlamlılık p<0,05 düzeyinde değerlendirilmiştir. Çalışmamızda kemomekanik şekillendirme ve/veya medikament uygulanan dişler, intakt dişlerden istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük kırılma dayanımları göstermiştir (p<0,05). .02 ve .04 taper ile apikal genişletme yapılan kontrol gruplarının kırılma dayanım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır (p>0,05). Medikament uygulanan ve uygulanmayan kontrol gruplarının kırılma dayanım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). Activ GP patı ile kanal dolgusu yapılan gruplarda, Kontrol 2 grubuna kıyasla, en yüksek kırılma dayanım değerleri elde edilmiştir. MetaSEAL ve EndoSequence BC Sealer ile kanal dolgusu yapılan grupların kırılma dayanım değerleri, .04 taper ile kemomekanik şekillendirme yapılan ve medikament uygulanan gruba oranla istatistiksel olarak anlamlılık göstermektedir (p<0,05). AH Plus/güta perka ile kanal dolgusu yapılan gruplar ile Kontrol 2 grupları arasında kırılma dayanım değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p>0.05). Çalışmamızda kullandığımız köklerde, %85 (420/357) oranında BL yönde kırılma gözlenmiştir. Activ GP patı endodontik olarak tedavi edilmiş dişleri güçlendirmektedir ve bu nedenle dişlerin kırılma dayanımını arttırmak amacıyla kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler : Kırılma dayanımı, kalsiyum hidroksit, Activ GP, EndoSequence BC Sealer, MetaSEAL.

ABSTRACT

Ferah, F (2012). Evaluation of the fracture resistance in root canals after treated with calcium hydroxide and obturated with different sealers. Istanbul University, Institute of Health Science, Department of Endodontics. Postgraduate Thesis. Istanbul.

The aim of this study was to compare vertical forces at fracture of endodontically treated mandibular incisors to determine the effect of instrumentation with .02 and .04 taper NiTi rotary instrument, calcium hydroxide paste exposure at 7 days and obturated with different types of root canal sealer. 420 extracted mandibular incisors were decoronated to obtain 13 mm root segments and divided into 21 groups (n=20). The roots were instrumented except the control 1 group (group 21-intact roots). 400 roots were submitted to chemomechanical preparation with the rotary instruments of RaCe system and 200 roots were prepared with .02 taper and the others .04 taper size 30. Following instrumentation, .02 (n=100) and .04 taper (n=100) 200 roots were dressed with calcium hydroxide for 7 days. 320 specimens were randomly divided into 4 groups and respectively obturated with gutta-percha and Activ GP (n=80), EndoSequence BC Sealer (n=80), MetaSEAL (n=80) and AH Plus (control n=80), using lateral condensation technique. 20 teeth were intact and used as a control group 1. Remaining 80 teeth were prepared but unfilled and used as a control group 2. After the sealers setting time, the roots within each group were embedded in acrylic molds and subjected to the fracture resistance test in which a compressive loading (1mm/min) was applied until fracture. Data of fracture resistance test were collected and subjected to statistical analysis using one-way analysis of variance (ANOVA) followed by the Tukey and t tests for pair-wise comparison between the means when the ANOVA test was significant. The level of significance was set at $P < 0.05$. The intact roots were significantly stronger than instrumented and unobturated roots (control group 2), ($p < 0.05$). The difference between .02 and .04 taper groups (control group 2) was statistically insignificant ($p > 0.05$). The strength of the roots (control group 2) were not significantly reduced with a 7-day application of calcium hydroxide ($p > 0.05$). The significantly highest fracture resistance was recorded for both the control group 1 (intact roots) and Activ GP sealer with no significant difference between them. Whereas the significantly lowest values were recorded in AH Plus and control group 2. The canals obturated with MetaSEAL and BC Sealer were significantly stronger than roots whose canals were instrumented with .04 taper and dressed with calcium hydroxide but not obturated ($p < 0.05$) and there was no difference between these two sealers used groups. Most fracture lines were in a buccolingual 85% (420/357) direction. Activ GP strengthens endodontically treated roots and may be used for weak roots, which are likely to be susceptible to vertical root fracture.

Keywords: Fracture resistance, calcium hydroxide, Activ GP, EndoSequence BC Sealer, MetaSEAL.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kök kanal tedavisinin amacı; mikroorganizmaların, ürünlerinin ve artıklarının pulpa boşluğundan biyomekanik preparasyon, irrigasyon, kanal içi medikamentlerle uzaklaştırılması ve kök kanalının tekrar enfeksiyonunu engellemek için üç boyutlu olarak doldurulması, böylece periapikal patolojilerin engellenmesidir (Siqueira ve Lopes 1999).

Uygun şekilde şekillendirilen kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak doldurulması, endodontik tedavinin en önemli amaçlarından birisidir. Güncel görüşe göre kanal dolgusu, oral kavite ve periradiküler dokular arasındaki ilişkinin kesilerek kural sızıntının engellenmesi, kök kanal sisteminde kalan mikroorganizmaların eliminasyonu, apikal mikrosızıntının engellenmesi ve kök kanal duvarıyla bağlantı sağlayarak dişlerin kırılma dayanımının artırılması şeklinde işlev görmektedir (Trope ve Ray 1992, Sundqvist ve Fidgor 1998).

Son yıllarda motorla çalışan döner aletlerin endodontide yerini almasıyla, nikel-titanyum (NiTi) kanal aletlerinin üstün fiziksel özellikleri ile çalışma sırasında oluşabilecek komplikasyonları azaltmak, preparasyonu etkin bir şekilde gerçekleştirebilmek ve çalışma zamanını kısaltarak hasta konforunu arttırmak gibi avantajlar sağlanmıştır. NiTi aletlerin en büyük özelliği: taperın (koniklik açısı) artmasına karşılık fleksibilitesini koruyabiliyor olmasıdır. Kök kanallarının şekillendirilmesinde kullanılan geleneksel el aletlerinde, kanal aletinin ucu ile shaft arasındaki 0.02'lik taper ; NiTi döner aletlerde 0.02 ve 0.12 arasında değişebilmektedir. NiTi aletlerde taper arttıkça, kesme etkinliği artmaktadır. Artan taper sistemleriyle kök kanallarının şekillendirilmesinde amaçlanan, en dar yeri fizyolojik apikal foramende olan ve kural kısma doğru gittikçe genişleyen, konik şekilde bir form elde edilmesine yardımcı olmaktır (Zandbiglari ve ark. 2006). Endodontik tedavili dişlerde dikey kök kırığı oluşmasının en önemli nedeni, kök kanal şekillendirilmesi sırasında fazla miktarda dentinin kaldırılmasıdır. Aynı zamanda kullanılan aletlerin kesit ve eksen özelliklerine bağlı olarak, dentin duvarıyla temas ettikleri bölgelerde oluşturdukları baskı ve gerilimlerin yoğunluğu da dentinde çatlak, tamamlanmamış kırık veya kırık gibi defektler oluşmasına neden olabilmektedir (Shemesh ve ark. 2009).

Kök kanal tedavisinde yıkama solüsyonları, smear tabakasını ve doku artıklarını uzaklaştırmak ve antimikrobiyal etkinlik sağlamak amacıyla kullanılır. Yıkama solüsyonlarının kök kanal tedavisi sırasında kullanımı dentinin yüzey morfolojisi ve yapısını etkilediği gibi mekanik ve fiziksel özelliklerinde de değişimlere neden olur (Arı ve Erdemir 2005, Cruz- Filho ve ark. 2001, Grigoratos ve ark. 2001, Sim ve ark. 2001).

Diş sert dokularının en belirgin inorganik bileşenleri hidroksiapatit kristalleri içerisinde bulunan kalsiyum ve fosfattır. Kalsiyum-fosfat oranındaki değişimler, organik ve inorganik bileşenler arasındaki oranlarda değişikliklere yol açarak dentinin çözünürlüğünü ve geçirgenliğini değiştirip diş sert dokularına dental materyallerin bağlanmasını etkileyebilmektedir (Rotstein ve ark. 1996). Sim ve ark. (2001), kanal yıkama solüsyonları, dezenfektan ve materyallerin, dentinin mekanik ve fiziksel özelliklerinin değişmesine neden olduklarını iddia etmişlerdir. Dentin ağırlığının %22'si organik materyalden oluştuğu için, NaOCl'nin zayıflatma etkisinin oldukça yüksek olduğunu çeşitli araştırmacılar dile getirmişlerdir (Sakae ve ark. 1988, Barbosa ve ark. 1994, Haikel ve ark. 1994).

Endodontik başarısızlığın en önemli faktörü periapikal bölgede ve kök kanal sisteminde kalıcı mikrobiyal enfeksiyonlardır (Nair, 2004). Bu nedenle kök kanalından mikroorganizmaların eliminasyonu, kök kanal tedavisinin en önemli basamağını oluşturur. Biyomekanik preparasyon, irrigasyon ve kanal içi medikamentler, enfekte kök kanalındaki mikroorganizmaların popülasyonunu önemli derecede azaltır (Ørstavik 1991). Ancak tedaviden sonra bile dentin tübülleri ve sementte bakterilerin varlığı tespit edilmiştir (Molander ve ark. 1999). Siqueira ve Uzeda (1996) medikamentlerin, irrigasyon solüsyonlarından daha uzun süre kök kanalında kaldıklarını, ayrıca mekanik preparasyon ve irrigasyonla ulaşılamayan bölgelere de penetre olarak yüksek antibakteriyel etki gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Kalsiyum hidroksit, antienflamatuar ve antibakteriyel özelliği, osteoklastlar üzerinde inhibe edici etkisi, alkalen fosfataz etkisiyle mineralizasyonun stimülasyonu, kök kanal sistemindeki organik dokuları, nekrotik materyali çözücü etkisi ve hemostatik etkinliği nedeniyle kanal içi medikasyonda önerilmektedir (Kawamoto ve ark 2008).

Kapsamlı bir antiseptik tedavi için enfekte kök kanalları geçici olarak kalsiyum hidroksitle kapatılabilir. Andreasen ve ark. (2002), kalsiyum hidroksitin kök kanalında uzun süre kullanımının kök yapısında zayıflamaya neden olduğunu, bunun da organik

matristeki değişimden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Dentinin esneme dayanımı-*flexural strength*, yapısındaki hidroksiapatit ve kollajen fibrillerin bağlantılarıyla ilişkilidir. Dentinin organik matrisindeki fosfat ve karboksilat grupları, hidroksiapatit ve kollajen fibriller arasında bonding ajanları gibi bağlayıcı işlev görmektedir. Kalsiyum hidroksit yüksek alkalitesi ile bu asidik komponentlerin yapılarını bozarak, çözerek veya nötralize ederek dentinin yapısını zayıflatmaktadır (Grigoratos ve ark. 2001).

Başarılı bir endodontik tedavide amaç kök kanallarının temizlenip şekillendirilmesinden sonra üç boyutlu olarak hermetik bir şekilde doldurulmasıdır. Günümüzde kabul edilen kanal dolgu tekniği güta perka ile beraber bir kanal sealerının kullanılmasıdır (Weller ve ark. 1997). Güta perkanın kanal dolgu tekniğine bağlı olmaksızın dentine adeziv özelliği bulunmamaktadır. Bu nedenle kök kanal sealerları, kanal duvarları ile güta perka arasında bağlayıcı ajan olarak dentine adezyonu sağlarlar. Ayrıca sealerlar, primer dolgunun ulaşamadığı anatomik boşlukları ve yan kanalları doldururlar.

Yıllardır araştırmacılar kalan diş yapısını destekleyip, güçlendirmenin yollarını aramaktadırlar. Johnson ve ark. (2000)' larına göre bir materyalin diş desteklemesi için dentine bağlanması gerekmektedir. Trope ve Ray (1992) kanal tedavisi yapılmış köklerde, kırılmaya karşı destek olabilecek özellikleri olan, kök kanalı sealerlarının kullanılmasının anlamlı olacağını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Lertchirakarn ve ark. (2002), kullanılan kök kanal dolgu patının dişle bağlanabilme özelliklerinin diş güçlendirmede önemli olduğunu rapor etmişlerdir. Diş yapısına bağlanabilen restorasyonlar ile kural destek sağlanmıştır. Bu düşünceler doğrultusunda kural diş yapısında kullanılan sistemler kök kanallarında uygulanmaya başlanmıştır. Böylece kök kanal dentinine bağlanabilen, kanal dolgu patlarının kullanılması ile kanal tedavisi yapılmış dişler de güçlendirilebilmektedir.

Bu çalışmanın amaçları şunlardır:

- ✓ Kemomekanik şekillendirme sırasında kullanılan .02 ve .04 taperlı NiTi döner aletlerin, alt keser dişlerin kırılma direnci üzerindeki etkisini incelemek.
- ✓ Kalsiyum hidroksitin kısa dönem medikament olarak (7 gün) kullanılmasının, alt keser dişlerin kırılma dayanımı üzerindeki etkisini incelemek.

- ✓ Kök kanalları şekillendirilen, kalsiyum hidroksit uygulanan ve 4 farklı sealer (rezin esaslı AH Plus ve Meta-SEAL, cam iyonomer esaslı Activ GP ve kalsiyum-fosfat silikat esaslı EndoSequence BC Sealer) kullanılarak kanalları doldurulan alt keser dişlerin kırılma dayanımını incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan preparasyon tekniği, irrigasyon solüsyonu, kanal içi medikament ve kök kanal dolgu materyali hem dişte bağlantı dayanımının arttırılmasında hem de oral kavite ve periradiküler dokular arasında oluşabilecek sızıntıya karşı 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 şekillendirilen kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak doldurulması, endodontik tedavinin en önemli amaçlarından birisidir. Güncel görüşe göre kanal dolgusu, oral kavite ve periradiküler dokular arasındaki ilişkinin kesilerek kural sızıntının engellenmesi, kök kanal sisteminde kalan mikroorganizmaların eliminasyonu, apikal mikrosızıntının engellenmesi ve kök kanal duvarıyla bağlantı sağlayarak dişlerin kırılma dayanımının arttırılması şeklinde işlev görmektedir (Trope ve Ray 1992, Sundqvist ve Fidgor 1998).

Endodontik tedavi amaçlı kullanılan pek çok materyalin yanında bu materyallerin test edilmesi için geliştirilen yöntemler de bulunmaktadır. Güta perka, çeşitli kök kanal sealarıyla birlikte kök kanal dolgusunda kullanılan en yaygın materyaldir. Çalışmalar, güta perkanın termal özelliklerinin kök kanal sistemi boşluklarına iyi adapte olabilir nitelikte olduğunu göstermiştir (Schilder ve ark. 1974b, Weller ve ark. 1997). Materyal, kimyasal yapısı bozulmadan ısıyla şekil değiştirebilmektedir (Cohen ve ark. 1992). Termoplastik yöntemle güta perkanın obtürasyonunun kök kanal sistemini tam olarak tıkamada etkili olduğu belirtilmiştir (Schilder ve ark. 1974a, Jacobson ve ark. 2002). Güta perkanın sealer kullanılarak sıcak vertikal kondansasyonunun yanında (Lee ve ark. 2002), taperlı güta perkaların üretilmesi ve tek kon tekniğiyle kanal dolgusu yapımı da gündeme gelmiştir (Gordon ve ark. 2005). Ancak güta perka ve klinikte geleneksel olarak kullanılan kök kanal seaları kombinasyonlarının kullanılmasıyla, başarılı bir tıkama sağlamak oldukça zor görünmektedir. Sealerlar, kanal duvarlarına bağlanarak bu işlevi yerine getirebilir (Fujishima ve Imai 1992, Leonard ve ark. 1996, Ahlberg ve Tay 1998).

Bu amaçla kök kanalı dentinine adeziv bağlantı sağladığı düşünülen cam iyonomer esaslı sealerlar üretilmiştir (Powis ve ark. 1982). Cam iyonomer esaslı kanal dolgu patlarının dentin duvarına olan bağlantısının yanında güta perkaya olan bağlantısını da artırmak amacıyla patla kimyasal adezyon oluşturacağı düşünülen cam iyonomer doldurucu içeren güta perka konlar üretilmiştir (Activ GP, Brasseler USA, Savannah, GA).

Son yıllarda kalsiyum fosfat silikat esaslı kök kanal dolgu materyalleri, çalışma süresince alkalen pH (12.9) özelliğiyle antibakteriyal etkileri, sert doku oluşumunu indüklemeye özellikleri, biyoyumlulukları, hidrofilik olmaları ve sertleşme reaksiyonları sırasında dentin tübüllerindeki nemi kullanmaları ile inert bir yapı oluşturabilmeleri gibi özellikleriyle enjektabl formda kullanıma sunulmuştur [EndoSequence BC Sealer (Brasseler USA, Savannah, GA) ve iRoot SP Injectable Root Canal Sealer (Innovative BioCeramix Inc., Vancouver, BC, Canada)].

Bununla birlikte endodontik tedavi amaçlı son yeniliklerden biri de, *self adhesive* ve *dual cure* kullanılabilen kanal sealerlarının kullanıma sunulması olmuştur [(Meta-SEAL, (Parkell Inc; RealSeal SE, SybronEndo) ve Hybrid Bond SEAL (Sun Medical Co Ltd, Shiga, Japan)] MetaSEAL 4. Jenerasyon *dual cure*, *self adhesive* kök kanal sealerıdır. *Self adhesive* rezin kompozit simanlardaki gibi primer ve bonding işlemleri bu sistemde elimine edilmiştir. İçeriğindeki asidik rezin monomerler vasıtasıyla dentin tübüllerine penetre olmakta ve monoblok bir yapı oluşturmaktadır (Lawson MS ve ark. 2008).

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 bukko-lingual (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 oluşma riskinin artmasının en önemli sebepleri; 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 (lateral ve vertikal kondansasyon) 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) olarak görülmektedir.

Vaka raporlarından ve protetik tedavisi yapılan hastaların kontrol seanslarından elde edilen verilere göre farklı populasyonlarda dikey kök kırığı görülme sıklığı %10.9- %12.9 arasında değişmekte ve çoğunlukla 40-60 yaş aralığında meydana gelmektedir (Vire 1991, Fuss ve ark. 1999, Cohen ve ark. 2006). Endodontik tedavi görmüş dişlerde dikey kök kırığı en çok mandibular kesicilerde daha sonra mandibular molarların mezial köklerinde ve maksiller premolarlarda görülmektedir (Lertchirakarn ve ark. 1999, Cohen ve ark. 2006). 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 direkt etkiye sahiptir (Wilcox ve ark. 1997, Rundquist ve Versluis 2006). Okitsu ve ark. (2005) ile Hanada ve ark. (2009) kanalların şekillendirilmesinde apikal genişletmede kullanılan MAF büyüklüğünün artmasının dişlerin kırılma dayanımını azalttığını bildirmişlerdir. Bunun yanında irrigasyon solüsyonu olarak yüksek konsantrasyonda sodyum hipoklorit (NaOCl) uygulanması ve ara seanslarda uzun süreli kalsiyum hidroksit kullanılması da dişin zayıflamasına neden olmaktadır (Sim ve ark. 2001, Andreasen ve ark. 2002).

Apicella ve ark. (1999), kök kanalının doldurulması sırasında uygulanan kuvvetin yönünün dişte kırılmaya direnci ekileyeceğini belirtmişlerdir. Trope ve Ray (1992), tek kon tekniği kullanımının daha az stres oluşturacağı için kırılmaya dirençte artış sağlanacağını, Apicella ve ark. (1999) ise lateral kondansasyon ve tek kon tekniği arasında kırılma dayanımına etki açısından anlamlı bir fark bulunmadığını

bildirmişlerdir. Okitsu ve ark. (2005), lateral kondansasyon sırasında gütâ perkanın basınç uygulayarak sıkıştırılmasının, horizontal düzlemde, kök kanal duvarlarında dikey yönde oluşan ve merkezden çevreye dağılan radial stresi arttırarak, kök kanal duvarlarının sirkumferans (çevresel) genleşmesine neden olduğunu ve bu durumun dikey kök kırıklarına yol açabileceğini belirtmişlerdir.

Johnson ve ark. (2000), kök kanal sealerlarının, kırılma dayanımındaki etkinliklerinin az olmasının, materyalden veya dentin duvarına bağlantı zayıflığından kaynaklanmadığını ve ancak yeterli oranlarda kullanılan sealerın direnci arttırabilecek etkinlik sağlayabileceğini belirtmişlerdir. İnce duvarlı açık apeksli dişlerde kullanılan yeterli miktarlardaki materyalin, kalan diş yapısını kuvvetlendirme etkinliği bulunduğunu bildirmişlerdir. Lertchirakarn ve ark. (2002), kullanılan kök kanal dolgu patının dişle bağlanabilme özelliklerinin diş 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 faktörler de dişlerde kırılmaya dayanımı değiştirebilmektedir (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). Kanal kurvatür yarıçapının azalması, stres artışını ve dolayısıyla dişin kırılma dayanımını etkilemektedir (Callister 2003). Sonlu elemanlar analizi (FEA) modelinde kök diş yüzeyi morfolojisinin, kırılma yönlerini belirlemede önemli bir faktör olduğu gösterilmiştir (Lertchirakarn ve ark. 2003). Ancak yapılan çalışmalar proksimal dentin kalınlığının daha ince olmasına rağmen, kanal dolgusu esnasında dişin uzun eksenine doğru, vertikal olarak uygulanan *spreader* ve *plugger*'in neden olduğu kanal duvarlarındaki internal streslerin (radial stres) yoğunluğu nedeni ile dikey kök kırıklarının çoğunlukla BL yönde oluştuğunu göstermektedir (Pitts ve ark. 1983, Lertchirakarn ve ark. 2002). Vertikal kök kırıkları %4.3 endodontik hatalardan kaynaklanmaktadır ve dişin kökle kuronu arasında herhangi bir bölgesinden başlayabilmektedir (Vire, 1991). Sathorn ve ark. (2005a), prepare kök kanal çapının kırılmaya yatkınlığı ve kırık tipini etkileyeceğini belirtmişler 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 büyük birer etken olsa da, kök kanal preparasyonunda 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).

Cheron ve ark. (2011), kök kanal tedavisi yapılmış dişler ve intakt dişler karşılaştırıldığında, elastikiyet modülü ve sertlik değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Sedgley ve Messer (1992), kök kanal tedavisini takiben dentinin mekanik özelliklerinin değişmediğini, dişlerin kırılma dayanımının artmadığını ve dayanım azalmasındaki asıl etkenin çürük, travma, restoratif ve endodontik prosedürlerin kümülatif etkileşimi sonucu diş yapısının kaybı olduğunu bildirmişlerdir. Reeh ve ark. (1989), endodontik işlem görmüş dişlerin direncinin, %5 oranında azaldığını ve bunun giriş kavite preparasyonu ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, oklüzal kavite preparasyonunun %20, dişlerin marjinal sırt bütünlüğünün bozulduğu MOD kavitelerde ise %63 oranında kırılma dayanımının azaldığını ve marjinal sırt bütünlüğü korunan dişlerde, endodontik işlemlerin, kırılma dayanımına etkisinin minimal olduğunu bildirmişlerdir.

Dikey kök kırığı olan endodontik tedavili dişlerin neredeyse hepsi çekimle sonuçlanmaktadır (Oliet, 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 seçimi, dişin uzun dönem prognozu açısından önem taşımaktadır. (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 kronal 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. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi: NiTi Döner Alet Taperının, Dentinin Kırılma Dayanımına Etkileri

Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi kavramı, kanal içerisindeki tüm organik ve inorganik artıkların uzaklaştırılması ve uygulanacak kanal dolgu materyalinin etkin olarak kök kanalına yerleştirilmesine olanak sağlayacak uygun bir formun verilmesi anlamına gelmektedir (Schilder 1974). Bu amaçla kök kanalının kök ucundan kuronale doğru genişleyen formda olması, kök kanal çapının kök ucundan başlayarak giderek artması ve kanal girişinde en geniş çapına ulaşması, kök kanalının orijinal formunu takip etmesi, apikal foramenin orijinal şeklini ve pozisyonunu koruması ve kök ucu açıklığının olabildiğince dar tutulması gerekmektedir (Peters ve ark. 2003).

Hülsmann ve ark. (2005) ise daha sonra mekanik preparasyon ile elde edilmek istenen hedefleri aşağıdaki şekilde özetlemişlerdir;

1. Kanal içindeki vital ve nekrotik dokuları uzaklaştırmak,
2. İrrigasyon ve medikasyon için yeterli alan yaratmak,
3. Apikal kanal anatomisinin lokalizasyonu ve bütünlüğünü korumak,
4. Kanal sistemi ve kök yapısına iyatrojenik hasar vermektan sakınmak,
5. Kanal doldurma işlemini kolaylaştırmak,
6. Periradiküler dokuların irritasyonu ve/veya enfeksiyonundan sakınmak,
7. Dişin uzun dönem ağız içinde fonksiyonuna izin verecek yeterli miktarda kök kanal dentini bırakmak.

Özellikle, dar ve eğri kök kanallarında, paslanmaz çelik esaslı el aletlerinin kullanımıyla kanal orjinal eğiminden sapmalar meydana gelmekte; bu da *zipping*, *ledge*, perforasyon gibi istenmeyen şekil değişikliklerine neden olmaktadır. Ayrıca *gates glidden* gibi geleneksel kuronal genişletme frezlerinin kullanılmasıyla fazla miktarlarda sağlam dentin kaldırılmaktadır. Bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla, NiTi esaslı, yüksek elastisiteye ve şekil hafızasına sahip döner sistemler kullanıma sunulmuştur (Revathi ve ark. 2001).

NiTi esaslı döner aletler, eğri kök kanallarında bile etkili ve hızlı bir şekillendirilmenin yapılmasına olanak sağlamaktadır (Bergmans, 2001). Hem çekilmiş dişlerde hem de rezin bloklarda yapılan çalışmalar göstermektedir ki, NiTi döner aletler paslanmaz çelik el aletleriyle karşılaştırıldığında daha hızlı, daha merkezi, daha yuvarlak ve daha konservatif bir şekillendirme yapılmasına izin vermektedir (Schäfer ve Lohmann 2002).

Farklı NiTi döner alet sistemlerinin kendilerine özgü dizaynları bulunmaktadır. Bu aletler; kesim açısı, bıçak sayısı, uç dizaynı, koniklik açısı ve kesit şekillerinde farklılıklar gösterirler. Bu farklılıklar, aletlerin esnekliklerini, kesme etkinliklerini ve burkulmaya karşı direnç gibi özelliklerini belirler (Hülsmann ve ark. 2005).

Kanal aletinin ucuyla sap kısmı arasında bulunan kısım çalışan yüzey olarak adlandırılır. Çalışan yüzey boyunca aletin çapının her 1 mm'deki artış miktarı koniklik açısı ya da taper olarak adlandırılır. ISO standartlarına göre aletlerin koniklik açıları %2 (.02) ve çalışan yüzeyin uzunluğu 16 mm'dir. Fakat günümüzde koniklik açısı ve uzunluğu çok çeşitlilik gösteren aletler bulunmaktadır (Himel ve ark. 2006).

Kök kanallarının şekillendirilmesinde kullanılan geleneksel el aletlerinde, kanal aletinin ucu ile shaftı arasındaki 0.02'lik taper ; NiTi döner aletlerde 0.02 ve 0.12 arasında değişebilmektedir. Ayrıca ProTaper gibi bıçak kısmı boyunca değişken taper gösteren sistemler de bulunmaktadır. Bu durum kanal aletinin her bir bölümünün, kanalın spesifik bir bölgesini şekillendirmesini sağlamak ve bıçak kısmı sabit açılı kanal aletlerinde olduğu gibi bütün halinde kanala temas etmeyeceklerinden alet üzerinde daha az stres birikimi ve daha düşük kırılma riski oluşturmaktadır. Artan taper sistemleri ile şekillendirme, kök kanallarında en dar yeri fizyolojik apikal foramende olan ve kural kısmına doğru gittikçe genişleyen konik şekilde bir form elde edilmesine yardımcı olmaktadır (Zandbiglari ve ark. 2006).

Zandbiglari ve ark. (2006) şekillendirmede kullanılan arttırılmış taperin, etkin kemomekanik dezenfeksiyon ve kanal dolgununun yapılabilmesine olanak sağlasa da, kalan sağlam dentin miktarındaki azalma ile dişlerin kırılma dayanımlarını anlamlı oranda azalttıklarını bildirmişlerdir.

Endodontik tedavili dişlerde dikey kök kırığı oluşmasının en önemli nedeni, kök kanal şekillendirilmesi sırasında fazla miktarda dentinin kaldırılmasıdır. Aynı zamanda kullanılan aletlerin kesit ve eksen özelliklerine bağlı olarak, dentin duvarıyla temas

ettikleri bölgelerde oluşturdukları baskı ve gerilimlerin yoğunluğu da dentinde çatlak, tamamlanmamış kırık veya kırık gibi defektler oluşmasına neden olabilmektedir (Shemesh ve ark. 2009).

Bier ve ark. (2009), değişen taper açılı NiTi döner alet sistemiyle kök kanallarının şekillendirilmesinde, el aletleri ve artan taper açılı döner aletlere kıyasla anlamlı oranda daha fazla dentin defektleri görüldüğünü bildirmişlerdir. Dentindeki defektlerin, döner aletlerin kullanılması sırasında oluşan streslerin, apikal bölge kurvatürünün iç yüzeyinde yoğunlaşmasıyla, dentinde oluşturdukları gerilme *-tensile* ve sıkıştırma-*compressive* streslerinin, dentinin dayanımına eşdeğer oranlarda olmasından kaynaklandığını rapor etmişlerdir.

Kök kanallarında kullanılan döner aletlerin mekanik özelliklerine göre, dentinle temas ettikleri alanlarda oluşturdukları stres yoğunlukları ve dentinden kaldırdıkları madde miktarları da değişmektedir. Gerilim stresleriyle doğru orantılı olarak aletler, kök kanallarında transportasyona yol açmakta ve fazla oranda dentin kaldırarak, dişlerin kırılmaya dayanımının azalmasına neden olmaktadır (Calberson ve ark. 2004).

2.3. Kalsiyum Hidroksit: Kök Kanal Medikamenti Olarak Kullanımı ve Dentinin Kırılma Dayanımına Etkileri

Kalsiyum hidroksit, kök kanal tedavisinde kolay preparasyon, alkalin pH, rezorptif defektlerde lokal çevre faktörlerini iyileştirme açısından ideal şartlara çevirme, kök kanal sistemi dışına çıktığında kolay rezorbe olabilme, sert doku oluşumu ve birikimi açısından uygun koşulları sağlama gibi avantajları nedeniyle günümüzde sıklıkla kullanılan bir preparattır (Walton ve ark 2003).

Kalsiyum hidroksit beyaz, kokusuz bir tozdur ve 12.5-12.8 gibi yüksek bir pH'ya sahiptir. Suda az, gliserinde iyi erir fakat alkolde erimez. Sudaki çözeltisine kireç suyu adı verilir. Çözünürlük özelliği düşüktür ve suda 25°C'de yaklaşık 1.2g./lt. kadardır. Çözünürlüğü ısı arttıkça azalmaktadır. Sudaki düşük çözünürlüğü klinik olarak iyi bir özelliktir. Bu sayede, medikament doku sıvıları ile tamamen çözününceye kadar uzun bir süre geçmesi gerekmektedir (Fava ve Saunders 1999).

Endodontik başarısızlığın en önemli faktörü periapikal bölgede ve kök kanal sisteminde kalıcı mikrobiyal enfeksiyonlardır (Nair ve ark. 1990). Bu nedenle kök kanalından mikroorganizmaların eliminasyonu, kök kanal tedavisinin en önemli basamağını oluşturur. Biyomekanik preparasyon, irrigasyon ve kanal içi medikamentler, enfekte kök kanalındaki mikroorganizmaların popülasyonunu önemli derecede azaltır (Ørstavik 1991). Ancak tedaviden sonra bile dentin tübülleri ve sementte bakterilerin varlığı tespit edilmiştir (Molander ve ark. 1999). Siqueira ve Uzeda (1996) medikamentlerin, irrigasyon solüsyonlarından daha uzun süre kök kanalında kaldıklarını, ayrıca mekanik preparasyon ve irrigasyonla ulaşılamayan bölgelere de penetre olarak yüksek antibakteriyel etki gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Kalsiyum hidroksit, antienflamatuar ve antibakteriyel özelliği, osteoklastlar üzerinde inhibe edici etkisi, alkalen fosfataz etkisiyle mineralizasyonun stimülasyonu, kök kanal sistemindeki organik dokuları, nekrotik materyali çözücü etkisi ve hemostatik etkinliği nedeniyle kanal içi medikasyonda önerilmektedir (Kawamoto ve ark 2008).

Nerwich ve ark. (1993), kalsiyum hidroksitin 10 dakikalık bir süre ile uygulanmasının yetersiz olduğunu yaptığı araştırmasında göstermiştir. Bunu bakterilerin çoğunun sirkumpulpal dentinde bulunması, ilk dakikalarda veya günlerde hidroksil iyonlarının bakterileri öldürecek derecede dentin içine diffüze olamamasına bağlamıştır. Ayrıca hidroksil iyonlarının kök dentininin iç yüzünden dış yüzüne doğru ulaşması için en az 7 güne ihtiyaç olduğu ve bu nedenle en az 7 gün kök kanalı içerisinde kalması gerektiğini belirtmişlerdir.

Kalsiyum hidroksitin kanal dolgu materyallerinin örtücülüklerini olumsuz etkilediği ve mikrosızıntı oluşumuna neden olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Porkaew ve ark. 1990, Margelos ve ark. 1997, Çalışkan ve ark. 1998, Çalt ve Serper 1999, Chung ve ark. 2001, Kim ve Kim 2002, Wuerch ve ark. 2004).

Andreasen ve ark. (2002), kalsiyum hidroksitin uzun dönem kullanımına bağlı dişlerin kırılma direncinde azalma meydana geldiğini saptamışlar ve geleneksel apeksifikasyon tedavisinin bu yönden dezavantaj yarattığını vurgulamışlardır. Bununla birlikte, Grigoritos ve ark. (2001), kalsiyum hidroksitin kanal içerisinde bir hafta kullanımının da dentin dokusunun elastikiyet modülünde azalmaya neden olduğunu saptamışlardır.

Sim ve ark. (2001), sodyum hipoklorit irrigasyonu ile pulpa dokusu ve kollajen gibi organik maddelerin çözüldüğünü sonuç olarak dentinin elastikiyet modülünde ve esneme dayanımında azalma olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde, kanal içi medikasyonda, kalsiyum hidroksitin proteolitik etkisi nedeniyle, dentinin organik desteğinde azalma olduğu ve yapısının değiştiği, sonuç olarak esneme dayanımının azaldığı gözlenmiştir (Grigoratos ve ark. 2001).

Andreasen ve ark. (2002) intrakanal medikament olarak kalsiyum hidroksitin, 15. gün ve 12. ay arasındaki periyotlarda, dişlerin kırılma dayanımlarına olan etkisini inceledikleri çalışmalarında, dişlerin dirençlerinin 30. günden itibaren azalmaya başladığı ve 1 yılda %50 oranında direnç kaybettiklerini bildirmişlerdir. Bu azalmanın dentinin inorganik matrisindeki değişikliklerle ilgili olduğunu rapor etmişlerdir.

White ve ark. (2002), 5 hafta süresince intrakanal medikament olarak kalsiyum hidroksit kullandıkları çalışmalarında, kalsiyum hidroksitin yüksek alkalin özelliklerinin sonucu olarak dentinin protein yapısının bozulduğunu ve %32 oranında direnç kaybettiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmaya paralel olarak Rosenberg ve ark. (2007), kalsiyum hidroksitin intrakanal medikasyonda kullanılmasının dişlerin kırılma dayanımını 7-84. günler arasında %50 oranında azalttığını bildirmişlerdir.

2.4. İrrigasyon Solüsyonları: Dentin Mikrosertliği Üzerindeki Etkileri

Kök kanal tedavisinde artık doku ve nekrotik materyalin uzaklaştırılması, kök kanalının düzgün bir şekilde temizlenmesi endodontik aletlerin kullanımı yanında irrigasyon sisteminden de yararlanılmasını gerektirir. İrrigasyon işlemi kök kanalının mekanik olarak şekillendirilmesi sırasında bakteri eliminasyonu ve toksin inaktivasyonu sağlamak amacıyla kullanılan kimyasal bir yöntem olarak da tanımlanmaktadır (Goldman ve ark. 1982).

Endodontik Açıdan Mikrosertlik

Temel olarak dentin organik matrisi kollajenden, inorganik yapı ise apatit kristallerinden oluşur. Kollajen yapı dentin elastikiyetini sağlamaktadır. Dentinin apatit yapısı ise baskı dayanımına (compressive strength) katkıda bulunarak dentin sertliğini etkilemektedir. İntertübüler dentinin mineralizasyon derecesi ve içeriğindeki hidroksiapatit miktarı, dentin yapısının sertliğini belirleyen faktörlerdir. Organik ve inorganik yapıda meydana gelen değişimler mikrosertlik ve elastikiyet modülü gibi dentinin fiziksel özelliklerini değiştirmektedir (Senawongse ve ark. 2006).

Garberoglio ve Brannström (1976), dentin tübüllerinin toplam kapladığı alanın dentin-sement sınırında-periferde %1 iken, lümeninde oranın %45'e çıktığını belirtmişlerdir. Pulpal tarafta tübüllerin yoğunluğu artmaktadır. Dentinin mikrosertliği kalsifiye matris miktarıyla ilişkilidir. Pulpaya yaklaştıkça, dentinde tübüllerin kapladığı alan artmakta ve buna bağlı olarak intertübüler kalsifiye matris miktarı ve dentin mikrosertliği azalmaktadır. Kinney ve ark. (2003), mineral yapının kollajen içerisindeki heterojen dağılımıyla intertübüler dentin matrisinin sıklığının azaldığını ve sonuç olarak mikrosertlik değerlerinde azalma görüldüğünü belirtmişlerdir.

İşlem görmemiş kök kanal dentinin sertlik değeri 40 ile 94.68 kg mm⁻² arasında bulunmuştur (Vickers microhardness). Kök dentinin sertliği kanal lümeninden sement-dentin sınırına doğru karakteristik olarak artar, kökün bu kesitindeki (sement-dentin sınırı) sertlik değeri apikal üçlüde orta ve kural bölüme göre daha azdır. Kanal lümenindeki dentinin sertliği ise apikal üçlüye doğru artar. Yapılan çalışmalarda kök kanal dentinin mikrosertliği kanal girişinde 88,78 kg mm⁻², apikalde ise 94,68 kg mm⁻² bulunmuştur (Pawlicka 1982).

Laboratuvarlarda özel cihazlarla yapılan sertlik deneyleri, kullanılan batıcı uca, uygulanan kuvvete ve izin büyüklüğünü ölçme yöntemine göre sınıflandırılmıştır. En yaygın olarak Brinell, Rockwell ve Vickers Mikrosertlik ölçme yöntemleri kullanılmaktadır.

Kök kanal tedavisinde yıkama solüsyonları, smear tabakası ve doku artıklarını uzaklaştırmak ve antimikrobiyal etkinlik sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. İrrigasyon solüsyonlarının dentin dokusu üzerindeki etkinliklerinin incelendiği çalışmalarda, solüsyonların dentinin organik ve inorganik komponentleri üzerine direkt etkileriyle, dentin yapısının mekanik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin değişeceğini

belirtmişlerdir (Arı ve Erdemir 2005, Cruz- Filho ve ark. 2001, Grigoratos ve ark. 2001, Sim ve ark. 2001). Panighi ve G'Sell (1993), dişin mineral içeriğinin miktarıyla sertliği arasında pozitif korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır. Özellikle yıkama solüsyonlarının dentin üzerine etkisi mikrosertlik ölçümleriyle incelenebilmektedir (Cruz- Filho ve ark. 2001, De-Deus ve ark. 2006, Slutzky-Goldberg ve ark. 2004). Hennequin ve Douillard (1995) kimyasal ajanların dentinin kimyasal yapısını ve Ca/P oranını değiştirdiğini bildirmişlerdir. Ca/P oranındaki değişimler organik ve inorganik bileşenlerin oranını da değiştirmekte ve dentinin geçirgenlik ve çözünürlük özellikleri, kanal dolgu malzemelerinin diş sert dokularına bağlanmaları etkilenmektedir.

Sedgley ve Messer (1992), vital ve devital dişlerde makaslama kuvvetleri, dayanıklılık ve kırılma dayanım kuvvetlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında anlamlı fark bulamamışlar, fakat kök dentin sertliğini karşılaştırdıklarında ise vital dişlerde mikrosertliğin %3,5 daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Fusayama ve Maeda (1969), dişlerde vitalite kaybına bağlı olarak dentinin biyomekanik özelliklerinin değiştiğini ve mikrosertlik değerlerinin azaldığı bildirmişlerdir.

Sim ve ark. (2001), dentin barlarının elastikiyet modülü ve esneme dayanımı üzerine distile su, %0.5 ve %5.25 'lik NaOCI solüsyonlarının etkinliklerini inceledikleri çalışmalarında %5.25' lik NaOCI ile irrigasyonun dentinin esneme dayanımını anlamlı oranda azalttığını ve bunun dentin içerisindeki koheziv bağlantı için gereken kuvvetlerin azalmasıyla ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Dentin ağırlığının yaklaşık olarak %22' si organik materyallerden oluşmaktadır ve içeriğindeki Tip 1 kollajen dentinin mekanik özelliklerini sağlamaktadır (Currey ve ark. 1994). NaOCI solüsyonları, organik dentin komponentlerinde degradasyonla (ayırıştırma) dentinin mekanik özelliklerini etkilemektedir. Mineralize kollajen fibrillerin orientasyonu ile dentinin elastiklik özellikleri ve kırılma dayanımı arasında kuvvetli bir bağ bulunmaktadır (Arola ve Reproge 2006). Nalla ve ark. (2003), dentin tübüllerindeki dikey çatlak oluşumunun, dentin tübül düzleminde oluşan çatlaklara kıyasla, dişin kırılma dayanımını anlamlı oranda azalttığını bildirmişlerdir.

De-Deus ve ark. (2006), % 10 sitrik asit, %17 EDTA ve %17 EDTAC solüsyonlarının 0, 1, 3 ve 5 dakikalık uygulama sürelerinin kök dentinin mikrosertliğine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar bu süreleri klinik uygulamalardaki sürelere yakın süreler olduğu için seçmişlerdir. %17 EDTA kullanılan grupta uygulama süresi arttıkça

solüsyonun sebep olduğu mikrosertlikteki azalma artmıştır. Mikrosertlikteki azalma en fazla 3. dk. gözlenmiştir ve 3 ile 5 dk. arasında anlamlı bir değişim bulunmamıştır.

Patil ve Uppin (2011), irrigasyon solüsyonlarının dentin yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliğine etkisini inceledikleri çalışmalarında, örneklere 15 dk süresince %2.5 ve %5 NaOCl, %3 H₂O₂, %17 EDTA, %0.2 klorhexidin glukonat uygulamışlardır. Klorhexidin ve H₂O₂ dışındaki tüm solüsyonlar dentin yüzey pürüzlülüğünde artmaya neden olurken, klorhexidin dışındaki tüm gruplarda dentin mikrosertliği azalmıştır.

Arı ve ark. (2004), 15 dakika uyguladıkları %5,25 NaOCl, %2,5 NaOCl, %3 H₂O₂, kök dentinin mikrosertliğini azaltırken, %0,2 klorheksidin dentin mikrosertliğinde değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir.

Kuruvilla ve Kamath (1998), klorheksidin dentin mikrosertliği üzerine etkisinin, dentin tarafından absorbe edilmesine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Pozitif yüklü bisguanid olan klorheksidin, negatif yüklü olan dişin sert dokuları tarafından absorbe edilmektedir. Klorheksidin dentine bağlanmasıyla, dentinin iyonik yapısı değişip yeni moleküler bağlar ve mikro yapılar oluşturmaktadır. Yeni oluşan bu bağlar ve mikro yapılar dentin mikrosertlik ölçümleri sırasında dentinin gösterdiği direnci, yani mikrosertliği arttırabilmektedir.

Hipoklorit solüsyonları dentinin organik komponentlerini çözmekte ve inorganik dentin kısmında bozulmaya neden olmamaktadır. %5.25 'lik NaOCl solüsyonunun 2 dk süresince dentine uygulandığı immuno-histokimyasal değerlendirmede Tip 1 kollajenin 7 µm'lik yüzey kesiminin etkilendiği gözlemlenmiştir. Dentinin mineral fazı kollajen üzerinde koruyucu etki sağlamak ve smear tabakasının kaldırılması için kullanılan şelasyon ajanları mineralize dokuyu çözerken hipokloritin yıkıcı etkisini hızlandırmaktadır. Bu solüsyonların tedavi süresince kombine kullanımları, dentinin elastikiyet modülü ve esneme dayanımını azaltarak, kırılabilirliği arttırmakta ve peritübüler ve intertübüler dentinde şiddetli erozyona neden olmaktadır (Di Renzo ve ark. 2001, Oyarzun ve ark. 2002).

Slutzky-Goldberg ve ark. (2004), NaOCl'in %6 ve %2.5' lik konsantrasyonlarının, dentinin 500 µm, 1000 µm, 1500 µm'lik derinliklerinde yaptıkları mikrosertlik ölçümlerinde, her üç derinlikte de %6 NaOCl dentini daha fazla yumuşatmıştır. Elde ettikleri sonuçlara göre, solüsyonlarla muamelede 5dk' da istatistiksel olarak anlamlı bir değişim bulunmamış, 10 dk' da dentin mikrosertliği

anlamli oranda azalmiştir. 10-20 dk arasında etki açısından bir fark bulunamamasının nedeni olarak araştırıcılar, hipoklorit solüsyonundaki serbest klorinin ilk 10 dk' da dentin duvarlarındaki maksimum organik matrisin yıkılmasına neden olduğunu ve solüsyon yenilenmediği için etkinliğin sınırlandığını bildirmişlerdir.

İntertübüler dentinin mineralizasyon derecesi ve içeriğindeki hidroksiapatit miktarı, dentin yapısının sertliğini belirleyen faktörlerdir (Panighi ve G'Sell 1992). EDTA gibi şelasyon ajanlarının, dentinin inorganik kalsifiye yapılarını çözme ve yumuşatma potansiyeli vardır. Kawasaki ve ark. (1999), nötral pH'daki EDTA solüsyonunun dentinin mineral ve non-kollajen protein içeriğinin miktarını ve dentin yüzey sertliğini azalttığını belirtmişlerdir. Dentinin %22 'lik organik yapısındaki Tip 1 kollajen dentinin mekanik özelliklerinde etkin bir rol oynamaktadır. NaOCl 'in 7.4-11.5 pH'sının dentinin organik fazının bozulmasına ve sonuç olarak dentinin elastikiyet modülü, esneme dayanımı ve mikrosertliliğinin azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Haikel ve ark. 1994, Saleh ve ark. 1999, Sim ve ark. 2001). İrrigasyon solüsyonlarının bu çözücü etkilerinin, kanalların hızlı şekillendirilmesi ve ince kanal anatomilerine ulaşmayı kolaylaştırması gibi yararlı etkileri vardır. Bununla birlikte giriş kavitesi oluşturulması ve kök kanallarının genişletilmesi sırasında meydana gelen madde kayıplarının, dişte yarattığı dayanıklılık kaybı ve kırılganlığa yatkınlık önemli bir klinik problemdir (Hansen ve Asmussen 1993). Diş yapısında meydana gelen madde kayıplarının yanında, geriye kalan kök kanal dentininin mekanik, kimyasal ve fiziksel açıdan sağlam olması da dişlerin kırıklara ve mikrosızıntıya karşı dayanıklı olması açısından önemlidir.

Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

NaOCl, 1919 yılında Coolidge tarafından endodontistlere tanıtılmıştır. Organik artıklara karşı çözücü etki göstermesi, antiseptik olması, düşük yüzey gerilimi nedeni ile dentin tübüllerine kolayca difüze olabilmesi bu solüsyonun tercih edilmesinin başlıca nedenlerindedir. Sodyum hipokloritin en önemli özelliklerinden biri çok geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajan olmasıdır. Bakterilere, bakteriyofajlara, sporlara, mantarlara ve virüslere karşı etkili olduğu kanıtlanmıştır (Briseno ve ark. 1992, Radcliffe ve ark. 2004).

Endodontide genel olarak NaOCl'in % 0.5 ile % 5.25 arasında değişen konsantrasyonları kullanılmaktadır. Goldsmith ve ark. (2002), NaOCl'in %3, %5.1 ve %7.3 konsantrasyonlarının, dentinin yüzey gerilimine etkileri arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, NaOCl solüsyonunun konsantrasyonunu, %2,2'ye kadar seyreltmenin doku çözme etkinlikleri üzerinde belirgin bir fark yaratmadığını, ancak % 0.5 NaOCl solüsyonunun etkisinin çok az olduğunu belirtmişlerdir.

Trepagnier ve ark. (1977), çeşitli konsantrasyonlardaki NaOCl solüsyonlarının doku eritme özelliğini kantitatif olarak değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, kök kanalından uzaklaştırılan pulpa ve dentin artıklarının çözünürlüğünün belirlenmesi için kanalın yıkanmasından sonra solüsyonda bulunan *hydroxyproline* miktarını ölçmüşlerdir. Pulpa dokusu % 15 kollajenden oluşmakta, bunun da yaklaşık % 13'ü *hydroxyproline* den oluşmaktadır. Sonuçta NaOCl solüsyonunun etkili bir doku çözücüsü olduğu, etkisinin hemen başladığı ve en az bir saat kadar sürdüğü belirtilmiştir.

Kök kanal tedavisi seansları arasında kullanılan kalsiyum hidroksitin doku çözücü etkisini inceleyen Türkün ve Cengiz (1997), NaOCl'nin doku çözücü etkinliğinin seans aralarında uygulanan kalsiyum hidroksitten sonra arttığını bildirmişler ve bu etkiyi kalsiyum hidroksitin denatüre ettiği doku proteinlerine NaOCl'nin daha rahat difüze olabilmesine bağlamışlardır.

Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)

EDTA ilk olarak dişhekimliğinde 1957 yılında Nygaard Ostby tarafından kullanılmıştır. EDTA gibi şelatörler dentin, smear tabakası veya kanal duvarlarındaki Ca^{+2} ile birleşerek şelat oluşturur. %15-%17 konsantrasyonları arasında kullanılabilen EDTA, dentini ve özellikle kanalın kuronal ve orta 1/3 bölümünde peritübüler dentini yumuşatmaktadır (Hülsmann ve ark. 2003).

EDTA'nın sınırlı olsa da belli bir antimikrobiyal etkisi vardır (Paterson 1963). Bunun, bakterilerin dış membranındaki katyonların şelasyonu nedeniyle olduğu düşünülmektedir. EDTA, Gram (-) bakterilerin hücre membranındaki katyonlarla kombine olarak hücreleri destabilize eder. Lipopolisakkaritlerin açığa çıkmasına neden

olur. EDTA güçlü bir antibakteriyel ajan olarak kabul edilmese de, etkili bir antifungal aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir (Grawehr ve ark. 2003, Sen ve ark. 2000). Kalsiyum iyonları *C.albicans*'ın oluşumunda, tutunmasında ve üremesinde önemli bir role sahiptir (Isabela ve ark. 2004). EDTA antifungal özelliğini hem kültür ortamında hem de hücre duvarındaki kalsiyumla şelasyon yaparak göstermektedir. EDTA'nın kök kanallarındaki smear tabakasını uzaklaştırma özelliğinin yanı sıra, smear tabakasındaki mikroorganizmaları da yok ettiği vurgulanmıştır. Buna ek olarak, EDTA'nın antifungal etkisinden, özellikle kandidiosis oranının yüksek olduğu ikincil kök kanal enfeksiyonlarında, irrigasyon solüsyonu olarak kullanımıyla yararlanılmaktadır. EDTA ve NaOCl'nin sırasıyla kullanımının, *C.albicans*'ın dentine tutunmasını ve üremesini engellediği gösterilmiştir (Waltimo ve ark. 2003).

EDTA'nın smear tabakasının inorganik komponentlerini çözmesi nedeniyle bazı araştırmacılar organik artıkların da uzaklaştırılması için NaOCl ile kombine kullanımını tavsiye etmişlerdir (Tatsuta ve ark. 1999). Goldman ve ark. (1982), farklı konsantrasyonda NaOCl ve EDTA kombinasyonu kullanmışlar ve smear tabakasının kaldırıldığı en etkili kombinasyonun 10 ml %17' lik EDTA' nın ardından 10 ml %5,25' lik NaOCl kullanımı ile olduğunu bildirmişlerdir.

2.5. Kök Kanalı Sealerları: Yapısal Özellikleri ve Dentinin Kırılma Dayanımına Etkileri

Kök kanal tedavisinde, kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesini takiben kanalların kök ucuna kadar hermetik olarak doldurulması amaçlanır. Kanal dolgusunun amacı, bakterilerin kural olarak kök kanalına sızması, kök kanalında kalan mikroorganizmaların çoğalmasının engellenmesi ve doku sıvısının yan kanallar, furkal kanallar ve apeks yoluyla pulpa boşluğuna sızmasının önlenmesidir.

Kök kanalının doldurulmasında patların kullanılmasının amacı ise, kor materyali ile dentin duvarları ve kor materyalinin birbirleri arasındaki boşlukları, kök kanalındaki düzensiz alanları ve yan kanalları, apikal bölgedeki olası ramifikasyonları doldurmaktır. Kök kanal patları doldurma işlemi sırasında lubrikant olarak görev yaparlar. Kanal dolgu patlarının, kök kanal sisteminin doldurulmasında az miktarda kullanılmasına

rağmen, kanal tedavisinin sonucunu etkilediği gözlenmiştir (Leonard ve ark. 1996). Kök kanal sisteminin tamamen doldurulması tedavinin başarısı için vazgeçilmez unsurdur. Ancak güta perka ve klinikte genel olarak kullanılan kök kanal sealerları 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).

Orstavik (2005), endodontide kullanılan sealerları kimyasal içeriklerine göre şu şekilde sınıflandırmıştır:

1. Çinko oksit öjenol esaslılar: Roth, Kerr PCS, ProcoSol, Endomethasone.
2. Rezin esaslılar: AH Plus, AH26, Epiphany/RealSeal, EndoRez, Acroseal.
3. Cam iyonomer esaslılar: Ketac-Endo.
4. Silikon esaslılar: RoekoSeal, GuttaFlow
5. Kalsiyum hidroksit esaslılar: Sealapex, Apexit

Çinko oksit öjenol esaslılar:

Çinko oksit öjenol esaslı kanal dolgu patlarının likiti genelde öjenoldür. Patların toz kısmı ise patın akıcılığını arttırmak amacıyla inceltilmiş çinko oksit tozu içermektedir. Diş dokusunu boyama, adeziv özelliklerinin olmayışı ve fazla çözünmeleri gibi dezavantajlarının yanında antimikrobiyal etkileri ve uzun yıllardır iyi klinik başarı göstermeleri en büyük avantajlarıdır. 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 Kanada balsamı, 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 enflamatuvar cevap oluşturduğu bulunmuştur (Serene ve ark. 1988).

Cam iyonomer 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.

Rezin esaslılar:

Silan kaplı inorganik doldurucu ve polidimetakrilat rezin matris içeren rezin esaslı patlar, restoratif diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Epoksi rezin esaslı patlar, kök dentinine mikro retansiyonları, sızdırmazlıklarının iyi, çözünürlüklerinin az olması ve düşük viskoziteye sahip olmaları gibi özelliklerinden dolayı kullanılmaya başlamıştır (Versiani ve ark. 2006).

AH-Plus

AH26'nın epoksi amin kimyası korunarak, renkleşme eğilimi ve formaldehitin açığa çıkışı elimine edilerek AH Plus (De Trey, Dentsply) geliştirilmiştir. Yeni formülde titanyum dioksit bulunmamaktadır ve hekzametilentetramin %25' den %20' ye düşürülmüştür (Spangberg ve ark., 1993). Üretici firma AH Plus'ın formaldehit salmadığını belirtmektedir. Buna rağmen Cohen ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada, AH Plus'ın minimal miktarda (3.9 ppm) formaldehit saldiğini bulmuşlar ve bu sonucu epoksi rezinlerle aminlerin sertleşmeyi başlatmak için girdikleri reaksiyona bağlamışlardır.

Miletic ve ark. (2003), AH26 ve AH Plus'ın yüksek dozlarda sitotoksik olduğunu belirtirken, her iki materyalin de insan lenfositleri üzerinde mutajenik etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir.

AH Plus kök kanal dolgu patı çabuk ve kolay karıştırılabilmesi için AH26 daki toz/likit sistemi yerine çift patlı sistem halinde kullanıma sunulmuştur. A ve B patları eşit hacimlerde ve homojen bir kıvam elde edilinceye kadar metal bir spatülle karıştırılır.

Çalışma süresi 23°C’de minimum 4 saattir. Sertleşme süresi 37°C de 8 saattir (Alaçam, 2000; s.: 495-532).

Pat A (epoksi patı): Diglisidil-bisfenol-A-eter, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, aerosol, demir oksit, pigment.

Pat B (amin patı): 1- Adamantan amin, NN-dibenzil-5- oksanonandiamin-1,9, TCD-Diamin, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, silikon yağı’ndan oluşmuştur.

Epoksi rezin kökenli patların, dentin adezyonu özelliklerinin yanı sıra mekanik özellikleri de iyidir. Başlangıçtaki hacimsel genişlemeden sonra pat bir miktar büzülme gösterir. *In vivo* ve *in vitro* çalışmalarda, bu patların örtücülük özelliğinin iki yıllık test süresi sonunda, diğer materyallere göre daha iyi olduğu belirtilmiştir (Kontakiotis ve ark., 1997).

Epoksi rezin içerikli Sealer 26 (Dentsply Industria Comercio, Ltda. Petropolis RJ, Brazil), AH 26 ve AH Plus (DeTrey Dentsply, Konstanz, Germany), polihidroksietilmetakrilat içerikli Hydron (Hydron, NPD Dental Systems Inc., New Brunswick, NJ, USA), üretan dimetakrilat içerikli EndoREZ (Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT), metakrilat esaslı Fibrefill (Jeneric/Pentron Clinical Technologies, LLC. Wallingford CT), Epiphany (Pentron Clinical Technologies), RealSeal (SybronEndo, Orange, CA) ve Meta-SEAL (Parkell Inc), RealSeal SE (SybronEndo) gibi yeni piyasaya sunulan pek çok kök kanal dolgu patı polimer içeriklidir.

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 kural güçlendirme amacıyla adeziv restorasyonlar kullanmışlardır (McCulloch ve Smith 1986). Endodontik tedavide adeziv sistemler, endodontik boşluğu kök kanal dolgu maddesiyle 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 tübül penetrasyonuna dayalı kanal dolgu tekniklerinin başarılı olmadığı (mekanik bağlantı) ve 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 sistemlerin içindeki asidik komponent smear tabakasını çözer ve dentini demineralize ederek dentin içerisindeki kollajen fibrilleri ve hidroksiapatiti içeren bir bileşik oluşturur. Dentinin demineralizasyonu ve monomerle infiltrasyonu, dentin ve kanal dolgusu arasında daha iyi tıkama sağlanmasına yardımcı olur (Gordan ve ark. 1997).

Restoratif tedavide kullanılan çeşitli tipteki dentin bonding ajanları (DBA) 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 kural 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). Hidrofilik özellik göstermeleri, dentin kanallarının içerisine penetre olabilmeleri ve rezin-dentin arasında hibrit tabakası oluşturarak mikrosızıntıya karşı direnç göstermeleri nedeniyle, yakın zamanda dentin bonding ajanlarının endodontik tedavide kullanımları gündeme gelmiştir.

Mannocci ve ark. (1998), DBA ve epoksi rezin kanal dolgu patı kombinasyonu öncesinde dişe asit ve primer uygulamasının apikal mikrosızıntıyı anlamlı olarak azalttığını bildirmişlerdir. Gökyay SS (2008), DBA uygulamasının, AH 26'nın dentine olan adezyonunu anlamlı derecede azalttığını rapor etmiştir. Gogos ve ark. (2003), AH 26 kanal dolgu patınının *self etch* adezivle kullanımının patın kök dentinine bağlantısını artıracığını rapor etmişlerdir. Dentin adezivlerine ek olarak araştırmacılar, Panavia F, Super-EBA gibi rezin simanları kök kanal tedavisinde kullanmışlar, kimi araştırmacılar 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 kontraendikasyonları, kök kanal sistemine uygulanması ve gerektiğinde çıkarılmasının zor olması olarak sıralamıştır.

Güta perka ve epoksi-rezin esaslı kanal patlarının kullanımıyla ilgili tatmin edici klinik sonuçlar rapor edilmesiyle beraber, endodontide metakrilat rezin esaslı patların kullanımına ilgi artmıştır (Economides N ve ark. 2004). Günümüze kadar, metakrilat rezin bazlı 4 jenerasyon kanal sealeri geliştirilmiştir. 1970' lerin ortasında kullanıma sunulan Hydron (Hydron Technologies, Inc, Pompano Beach, FL) 1. Jenerasyon metakrilat rezin bazlı sealardır. İçeriğindeki 2-Hidroksietil-metakrilat (poly-HEMA) molekülünün hidroksietil bölümü sealera hidrofilik özellik katmıştır ve dentine bağlanmayı düzenlemektedir. Hydron, biyouyumluluk özelliklerinin, sızdırmazlığının iyi olmaması, enflamatuvar reaksiyonlara neden olması ve çözünürlük değerlerinin fazla olması sebebiyle kullanılmamaktadır.

2. Jenerasyon rezin bazlı sealerlar yapısal olarak hidrofilitirler, bağlantı için dentin adezivleri kullanılmasına gerek yoktur. EndoREZ (UltraDent, South Jordan, UT, USA), dentin tübüllerine kadar iyi akıcılık gösteren hidrofilik iki komponentli üretilen dimetakrilat (UDMA) esaslı rezindir. Güta perkaya benzer radyoopasite gösterir. Diğer rezin ya da çinko oksit öjenol esaslı kanal dolgu patlarıyla karşılaştırmada daha iyi örtüleme sağladığı bulunmuştur (Zmener, 2004). Dentin tübüllerine penetrasyonunu arttırmak amacıyla hidrofilik yapısı güçlendirilmiştir ve üretici firma son yıkama solüsyonu olarak etilendiamintetraasetikasit (EDTA) kullanıldığında kanal duvarına bağlantısının artacağını belirtmişlerdir (Eldeniz ve ark. 2005, Zmener ve ark. 2005). Tay ve ark. 2005, EndoREZ kanal sealerınının rezin kaplı güta perkalarla birlikte

kullanıldığında dentine bağlantısının ve sızdırmazlık özelliklerinin arttığını ancak sealerin, dentin tübüllerine giren rezin uzantıların gösterilmesine rağmen, sızıntının engellenemediğini vurgulamışlardır. Sızıntının, patin polimerizasyonu esnasında gelişen polimerizasyon büzülmesinin, rezin ile kaplanmış güta perka ve rezin sealer arasında boşluk yaratmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Güta perkanın hidrofobik poliizopren içeriği ile rezin kaplama molekülünün (polibutadin-diizosiyanat-metakrilat) hidrofobik polibutadin ucu arasındaki kimyasal bağ, molekülün hidrofilik ucu ile hidrofilik metakrilat rezin arasındaki bağlanmadan daha güçlüdür. Güta perkanın kaplanması esnasında oluşan oksijen inhibisyon tabakası güta perka konlarının saklanma aşamasında birbirlerine yapışmamları için uzaklaştırılmaktadır. Bu durumun rezin kaplı güta perka ve rezin sealer arasındaki zayıf bağlanmadan sorumlu olabileceği bildirilmiştir. 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.

Son 5 yılda restoratif diş hekimliğinde bonding aşamalarını azaltmak için yeni jenerasyon *self etch* (3.Jenerasyon) ve *self adhesive* (4.jenerasyon) yapıştırıcı kompozit rezinler geliştirilmiştir. Yapıştırıcı kompozit sistemlerinin sunulmasından kısa bir süre sonra benzer jenerasyon kök kanal sealerları tanıtılmıştır.

3. Jenerasyon sistemlerden biri Fibrefill (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT)'dir. Bu teknikte Fibrefill kanal sealerı, hem kanal boşluğunda hem de fiber postun yapıştırılmasında kullanılmaktadır. Fibrefill, metakrilat rezin ve Ca(OH)₂ içerikli, radyoopak, *dual cure* bir paktır. *Self cure* primerleri (Primer A ve Primer B) ile birlikte kullanılmaktadır. İçeriği dentin bonding ajanlarına benzemektedir. Bu nedenle aynı adeziv sistemlerle dentin arasında olduğu gibi bağlantı, monomerlerin ıslatılmış dentin yüzeyine penetre olarak hibrit tabakayı oluşturması ve dentin kollajenleri ile rezin arasında mikromekanik tutuculuk sağlaması ile gerçekleşmektedir.

Devam eden çalışmalar sonucunda Epiphany (Pentron Clinical Technologies LLC, Wallingford CT), RealSeal (SybronEndo, Orange, CA), Resinate (Obtura Spartan

Corp, Fenton, MO), ve Smart (Discus Dental, Culver City, CA) gibi eş zamanlı olarak, intraradiküler dentine bağlanabilen ve soğuk lateral ve sıcak vertikal kondansasyon teknikleriyle kullanılabilen rezin içerikli kök kanal sealerları geliştirilmiştir. Bu sealerlar, guta perkadan farklı olarak dimetakrilat polikaprolakton içeren Resilon kanal dolgu materyaline de (Resilon Research LLC, Madison, CT) bağlanabilecek şekilde tasarlanmışlardır. Sealerların sistem içerisindeki *self etch* primer ve termoplastik sentetik bazlı kök kanal dolgu maddesi Resilon ile birlikte kullanılması durumunda monoblok bir yapı oluşturdukları ve bu üçlü yapının birbirlerine ve kanal duvarlarına kimyasal olarak bağlandıkları ve aynı zamanda kök kırığına karşı dentini, gütü perka ve konvansiyonel patlarla kanal dolgusu yapılmış dişlere oranla daha fazla güçlendirdikleri (64) iddia edilmektedir. (Chivian 2004, Shipper ve ark. 2004, Teixeira ve ark. 2004, Shipper ve ark. 2005).

Dentinin elastikiyet modülü 10.1-19.3 GPa civarındadır (Kinney JH ve ark. 1999). Gütü perkanın elastikiyet modülü 77 MPa'dır. Dentinle kimyasal bir bağlantı kuramadıkları için dişin kırılma dayanımını arttıracak etkileri bulunmamaktadır. Resilon'un dentine bağlandığı iddia edilmektedir ancak bağlanma dayanımı 0.5-2 MPa'dır. Teorik olarak Resilon gibi elastomerik materyallerin endodontik tedavili dişleri güçlendirmesi beklenmemektedir. Fakat Teixeira ve ark. 2004, Resilonla doldurulmuş grubun doldurulmamış kontrol grubundan daha yüksek, gütü perka ile doldurulmuş grubun doldurulmamış gruptan daha düşük kırılma direnci değerleri gösterdiğini rapor etmişlerdir ancak kontrol grubu ile farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Williams ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada Resilon ve gütü perkanın koheziv dayanımlarını ve elastikiyet modüllerini karşılaştırmışlardır. Resilon ve gütü perkanın elastikiyet modülleri sırasıyla 129 MPa ve 77 MPa, eğilmeye karşı gösterdikleri direnç 8 MPa ve 6 MPa olarak bulmuşlardır. Materyallerin mekanik özellikleri arasında klinikte etkili olabilecek bir fark bulamamışlardır. İki materyal de dentinden 175-230 kez daha düşük elastikiyet modülüne sahiptir ve sonuç olarak dişlerin kırılmaya dayanımını arttırabilmek için fazla plastiktirler (Tay ve Pashley 2007). Ayrıca koheziv dayanıklılıklarının endodontik tedavili dişlerin köklerini güçlendiremeyecek kadar düşük olduğu bildirilmiştir.

Resilon ve güta perkanın karşılaştırıldığı bağlantı çalışmalarında araştırmacılar farklı sonuçlar bulmuşlardır. Teixeira ve ark. (2004) Resilon/Epiphany ile yapılan kök kanal dolgusunun Güta perka/AH Plus'la karşılaştırıldığında kök kırığına karşı dişi güçlendirdiğini belirtirlerken, Sagsen ve ark. (2007) Resilon/Epiphany, Gütaperka/AH 26, Güta perka/MCS pat kullanarak yaptıkları çalışmada dişler arasında kırılma dayanımları açısından fark olmadığını rapor etmişlerdir.

Hiraishi ve ark. (2005) Resilon materyalinin Epiphany kök kanal patının, farklı firma tarafından üretilen Next (Heraeus-Kulzer) patıyla olan bağlantısını modifiye *micropush-out* bağlantı testi kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu amaçla Resilon'un yüzeyini pürüzlendirerek yüzey pürüzlülüğünün bağlantı dayanımına etkisini araştırmışlardır. Resilon grubunun 1.64-1.74 MPa arasında makaslama bağlantı değerleri verdiğini ve yüzey pürüzlülüğünün arttırılmasının bu patın bağlantı dayanımını etkilemediğini bulmuşlardır. Bu sonucu araştırmacılar, Resilon sistemine ilave edilmiş olan dimetakrilatın, polikaprolaktan bazlı termoplastik kompozit ile metakrilat içerikli patlar arasında etkin bir kimyasal birleşme yapmaya yetecek düzeyde olmamasına bağlamışlardır.

3. Jenerasyon *self etch* kök kanal sealer sistem içeriğinde, *self etch* primer ve dual cure kompozit rezin bulunmaktadır. Dentin yüzeyine uygulanan asidik primer smear tabakasına penetre olarak dentin yüzeyinin demineralizasyonunu sağlar. Bu sistemlerde etkin bir bağlanma için gerekli olan, primer ve adezivin kök kanalına tüm uzunluğu boyunca homojen bir biçimde uygulanmasıdır. Primer uygulandığında taşıyıcı kısmının buharlaştırılması gerekmektedir. Bu işlemin apikal 1/3' te yapılması güçlük yaratmaktadır. Havanın o bölgeye sıkılması ve paper point ile kurulamak yeterince etkin olamamaktadır. Taşıyıcı alkol veya asetonun tamamen uzaklaştırılmaması bağlanmayı olumsuz olarak etkileyebilmektedir.

Kök kanal sistemine bir ışık kaynağı uygulama imkanı henüz mümkün olmadığından *dual cure* veya *self cure* rezin adezivler kullanılması gerekmektedir. *Self cure* rezinlerin katalizörlerinde polimerizasyon reaksiyonunu başlatan ve yüksek pH'ya sahip olan tersiyer aminler bulunmaktadır. Bu nedenle, asidik bir primer kullanıldığında bağlanma kuvveti azalabilmektedir. Asit uygulama sonrasında yıkılarak uzaklaştırılmamakta ve kalıntıları self-cure adeziv veya sealer'in yüksek pH'ya sahip

aminlerini nötralize ederek, polimerizasyon sürecinde etkinliklerini azaltabilmektedirler (Sanares AM ve ark. 2001).

Metakrilat esaslı rezinlerin polimerizasyon sürecinde oluşan büzülme gerilimleri, doldurucu kısmı az olan düşük viskoziteli simanlarda ve kök kanal sealerlerinde, doldurucu kısmı fazla olan rezin kompozitlere oranla daha yüksektir. Endodontik bonding sistemlerindeki en büyük sorun dar ve uzun kök kanallarının tüm derinliği boyunca oluşan polimerizasyon büzülme gerilimlerinin önlenemesidir (Davidson ve ark. 1991). Rezinin serleşmesi sırasında oluşan gerilimlerin azaltılması, kavitenin geometrik formuna ve rezin materyalin film kalınlığına bağlıdır.

Bağlanan yüzey alanının bağlanmayan yüzey alanına oranı konfigürasyon faktörü (C-faktörü) olarak tanımlanmaktadır. Polimerizasyon esnasında bağlanmayan yüzeyin akması ve hareket etmesiyle büzülme gerilimi azalmaktadır. Kök kanalı gibi, dar ve uzun alanlarda ise, dentine bağlanmayan kısmın hareket edebileceği yeterli bölge olmadığı için rezinin bağlandığı yüzeylerden ayrılması mümkün olabilmektedir. Tay ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarında, kanalın darlığına ve sealerin kalınlığına göre kök kanallarındaki C faktörünün 32 ile 23.461 arasında değişebileceğini açıklamışlardır. Post için hazırlanan boşluklarda C faktörünün 200'ü geçtiği ve oklüzal kavite restorasyonlarında bu değer 5/1 veya 5 olduğu rapor edilmiştir. C faktöründeki artışın büzülme gerilimini de arttırdığı göz önüne alınırsa, bu çalışma kök kanallarında monoblok bir yapı oluşturmanın ne kadar zor olduğunu ortaya koymaktadır.

Versiani ve ark. (2006)'larının yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre *self etch* adeziv sistemler, *self* veya *dual cure* rezinlerle birlikte kullanıldıklarında yüksek oranda hidrofilik olmaları sebebiyle geçirgen bir membran gibi davranmaktadırlar. Kimyasal polimerizasyon süreleri yavaştır. Epiphany sealer *self cure* olarak yaklaşık 30 dk'da sertleşmektedir. Uzun sürede sertleşme, polimerizasyon sırasında meydana gelen gerilimlerin azaltılmasında faydalı olmaktadır ancak zaman uzadıkça dentindeki nem hidrofilik primerin arasından sızarak yavaş sertleşen rezinin %70 oranındaki doldurucu partiküllerinin (kalsiyum hidroksit, baryum sülfat, silika) çözünmesine neden olmakta ve bağlanma kuvvetini azaltmaktadır.

MetaSeal (Parkell Inc, Farmington, NY)

4. jenerasyon *self adhesive, dual cure* metakrilat rezin esaslı MetaSeal (Parkell Inc, Farmington, NY) kök kanal patı son yıllarda tanıtılmıştır. Bu pat Japonya'da Hybrid Bond Seal (Sun Medical, Shiga, Japan) ismiyle sunulmuştur. Üretici firma MetaSEAL'in radiküler dentin ile gütâ perkaya hibrit tabakası formasyonu ile bağlandığını iddia etmektedir.

Pat asidik rezin monomer 4- methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride (4-META) içermesinden dolayı hidrofiliktir ve sadece soğuk lateral kondansasyon ya da tek kon teknik ile Resilon ve gütâ perka ile kullanımı tavsiye edilmiştir (Lawson ve ark. 2008). Yeni bir pat olması sebebiyle sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Pinna ve ark. (2008), MetaSeal, AH Plus Jet ve Pulp Canal Sealer'in sitotoksitesini karşılaştırdıkları bir çalışmada MetaSeal'in birinci haftada AH Plus Jet'den daha toksik olduğunu bildirmişlerdir. İkinci ve üçüncü haftalarda daha az toksisite gösteren MetaSeal, 3. haftadan sonra toksik olmamaya başlamıştır. Benzer bir sonuç olarak Ames ve ark. (2009), MetaSeal'in 1. haftada ciddi derecede toksik, 2. ve 4. haftalarda orta, 5. haftadan sonra toksik olmadığını rapor etmişlerdir.

Lawson ve ark. (2008), *micropush-out* (itme) testi kullandıkları çalışmalarında, MetaSeal ve AH Plus Jet (Dentsply Caulk, Milford DE) kanal sealerlerinin kök dentinine bağlanma dayanımlarını ölçmüşlerdir. 46 mandibular kesici, sıcak vertikal kondansasyon ve tek kon tekniği kullanılarak doldurulmuştur. MetaSeal ile kanal dolgusu yapılan gruplarda, radiküler dentinde ince ve tamamlanmamış formasyonda hibrit tabakası oluşmuştur ve kök kanal duvarlarında düzensiz rezin tagları gözlemlenmiştir. Sıcak vertikal kondansasyon tekniği ve MetaSeal ile doldurulan grupta %73 oranında Tip1 (sealer boyunca-dentin arayüzeyi) adeziv başarısızlık gözlemlenmiştir. Endodontik bağlanmada en önemli problem, derin, dar kanallarda büzülme stresinin rahatlamasının olmamasıdır. Araştırmacılar, ısı uygulanılmasının rezinin akıcılığı ile elde edilecek büzülme stresinin azaltılmasını engellendiğini bildirmişlerdir. Dentine hibrit tabakası oluşumu ile bağlantı yapmayan AH Plus Jet, MetaSeal'dan daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. Saleh ve ark. (2003), dentin tübül penetrasyonu ile bağlanma dayanımının doğru orantılı olmadığını ve rezin tagları ile yaratılan mikromekanik retansiyonun kök kanal patlarının adezyonunu etkileyen en önemli veya tek faktör olmadığını belirtmişlerdir.

Belli ve ark. (2009), sıvı filtrasyon metodu kullanarak MetaSeal kök kanal patının sızdırmazlık özelliğini RealSeal ve AH Plus ile karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında kök kanalları .04/45 güta perka ve Resilon ile tek kon tekniği kullanarak doldurulmuştur. 24 hafta sonunda hem güta perka hem de Resilonlu MetaSeal grubunun AH Plus ve RealSeal ile benzer değerler gösterdiği ve bakteriyel penetrasyona dirençlerinde patlar arasında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Yıllardır araştırmacılar kalan diş yapısını destekleyip, güçlendirmenin yollarını aramaktadırlar. Johnson ve ark.(2000)'larına göre bir materyalin diş desteklemesi için dentine bağlanması gerekmektedir. Trope ve Ray (1992), kanal tedavisi yapılmış köklerde kırılmaya karşı destek olabilecek özellikleri olan kök kanalı sealerlarının kullanılmasının anlamlı olacağını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Lertchirakarn ve ark. (2002), kullanılan kök kanal dolgu patının dişle bağlanabilme özelliklerinin diş güçlendirmede önemli olduğunu rapor etmişlerdir. Diş yapısına bağlanabilen restorasyonlar ile kuronal destek sağlanmıştır. Bu düşünceler doğrultusunda kuronal diş yapısında kullanılan adeziv sistemler kök kanallarında uygulanmaya başlanmıştır. Böylece kök kanalının dentinine bağlanabilen kanal dolgu patlarının kullanılması ile kanal tedavisi yapılmış dişler de güçlendirilebilir.

Endodontik tedavide adeziv sistemler, kanal boşluğunu kök kanal dolgu maddesi ile 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).

Endodontik kanal dolgu patlarının adezyonu, patların kök kanal duvarına bağlanma ve kor materyallerin hem birbirine, hem de dentine bağlanmasını artırma kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Teixeira ve ark. 2004).

Yapılan çalışmalarla kök kanal dolgu materyalinin kök kanalı dentiniyle monoblok yapı oluşturması sağlanarak, kalan diş yapısını güçlendirebilecek ideal birkök

kanal dolgusunun yapılması hedeflenmektedir (Ray ve Trope 1995, Teixeira ve ark. 2004).

Cam iyonomer esaslılar:

Cam iyonomer simanlar 1970'li yılların başında geliştirilmiş ve hidroksiapatite bağlanabilme özellikleriyle dişhekimliğinde çeşitli klinik uygulamalarda kullanılmıştır (Wilson ve Kent 1972). Cam iyonomer, 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). Bu özellik, sızdırmazlığın ve kökün kırılmaya direncinin artması anlamına gelmektedir. Buna ek olarak biyouyumludurlar (Kolokuris ve ark. 1996).

Bu kök kanal dolgu patlarının in vitro olarak düşük toksisiteye sahip oldukları ileri sürülmüştür (Pissiotis ve ark. 1991). Bununla birlikte bazı in vitro testler sızıntıya yatkınlıkları ve çözünürlükleri konusuna dikkat çekmiştir (Freidman ve ark. 1995, Schäfer ve Zandbiglari 2003). Bu patlardaki sızıntının nedeni, sertleşme sırasında neme hassas hale gelmesi olarak görülmüş ve su emilimi sonucu suda çözünen bileşenlerin eridiği ileri sürülmüştür. Cam iyonomer patlarda gözenekli yapı oluşumu, dikkat çeken özelliklerden biridir (Carvalho-Junior ve ark. 2003, De Bruyne ve De Moor 2004).

Cam iyonomer esaslı patlar sızıntı göstermesi (Schafer ve Zandbiglari 2003), çinko oksit öjenol esaslı patlarda bulunan lubrikasyon özelliğinin olmaması ve minimal antimikrobiyal etki göstermesi (Heling ve Chandler 1996) gibi dezavantajlara sahiptir.

Çalışma zamanları ve sertleşme süreleri kısadır. Bu nedenle cam iyonomer içerikli kök kanal dolgu patları genellikle tek kon tekniği ile kullanılmaları tavsiye edilmiştir (De Bruyne ve De Moor 2004).

Gerekli olduğunda kanaldan sökülebilmesi için cam iyonomer içerikli kök kanal dolgu patları güta perka ile kombine olarak kullanılmalıdır. Güta perka çözücülerle uzaklaştırılırken, kanal patı da ultrasonik olarak kanal duvarından uzaklaştırılabilir (Friedman 1995, Mount 1999).

Bu gruba örnek kök kanal dolgu patları: Ketac-Endo, Endion, Vitrabond, Fuji İyonmer, Chembond, ActiV GP Sealer'dır.

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). Lertchirakarn ve ark. (2002), Tubliseal ve AH Plus ile karşılaştırıldığında Ketac-Endo' nun dişin kırılmaya karşı direncini artırmada daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

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. Ray ve Seltzer (1991) Grossman kanal dolgu patı ile karşılaştırdıklarında cam iyonomer 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).

Activ GP (Brasseler Amerika, Savannah, GA)

Activ GP (Brasseler Amerika, Savannah, GA), yeni cam iyonomer bazlı dolgu sistemidir. Cam iyonomer içerikli sealer ile güta perka arasındaki bağlanma değerlerini arttırmak amacıyla bu sistemde güta perka yüzeyi 2µm cam iyonomer partikülleriyle kaplanmıştır. Bu sistemde, güta perka-sealer ve radiküler dentinin bağlanması ile kök kanal boşluğu içerisinde monoblok bir yapının meydana geldiği belirtilmiştir (Koch ve Brave 2006).

Fransen ve ark. (2008), NiTi döner alet ile şekillendirilen kök kanallarında, standart yuvarlak açılı preparasyona uygun, açılı kon ile doldurulan Activ GP sisteminde, kök kanal boşluğunun maksimum kor materyali, minimum pat ile doldurulması sonucunda, patın büzülmesi sırasında meydana gelebilecek boşlukların azalacağını bildirmişlerdir. Monticelli ve ark. (2007), Activ GP konlarının yüzeyindeki cam iyonomer doldurucunun homojen olmadığı ve bağlanmanın bu nedenle yetersiz kaldığını bildirmişlerdir.

Fransen ve ark. (2008) Activ GP/Cam iyonomer, Resilon/Epiphany ve Güta perka/AH Plus ile yapılan kanal dolgularının *Enterococcus faecalis* invazyonuna

dirençlerini test ettikleri çalışmalarında, örneklerin kontaminasyon değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Monticelli ve ark. (2007) çalışmalarında, .06/40 ile şekillendirdikleri kök kanallarını AH Plus'ı sıcak vertikal kondansasyon, Activ GP ve GuttaFlow'u tek kon tekniğiyle uygulamışlar ve sıvı filtrasyon ile sızıntı miktarını değerlendirmişlerdir. Örneklerin 3, 6, 9 ve 12 mm'lik bölümlerinden kesitler alınmıştır. 0 ve 3mm'lik kesitlerde dolgu teknikleri arasında fark bulunmazken, Activ GP ve GuttaFlow 6, 9 ve 12 mm'lik kesitlerde AH Plus'tan istatistiksel olarak anlamlı oranda daha fazla sızıntı göstermiştir. Araştırmacılar bu durumu, taperlı güta perka ve tek kon tekniğiyle doldurulan kök kanallarında kullanılan patın hacminin artması ve cam iyonomer esaslı kök kanal patlarının sertleşmeleri sırasında nemden etkilenmeleri, hızlı sertleşmeleri ve büzülme oranlarının fazlalığı ile açıklamışlardır.

Kalsiyum hidroksit esaslilar:

Kalsiyum hidroksitin antibakteriyel özelliğinin yanı sıra sert doku oluşumunda da başarılı olması bu materyalin kök kanal patı olarak da kullanılmasına neden olmuştur. Sealapex (Kerr, Romulus, MI, USA), CRCS (Hygenic, Akron, USA) ve Apexit (Vivadent Schaan, Liechtenstein) klinikte yaygın olarak kullanılan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ içeren kök kanal dolgu patlarıdır. Periapikal sert doku oluşumunu sağlamaları, biyoyumlu olmaları ve antimikrobiyal özellik taşımaları nedeniyle endodontide kullanılmaktadırlar (Limkangwalmongkol ve ark. 1991, Üngör ve ark. 1995, Camps ve About 2003). Kalsiyum hidroksit patlarının antimikrobiyal etki ve osteojenik- sementojenik aktivite göstermeleri beklenirken bu etkiler sağlanamamıştır çünkü bu patların terapötik etkilerinin ortaya çıkması için Ca^{+2} ve OH^- iyonlarına ayrışması gerekir. Bu durum patın yapısal özelliğini etkileyerek daha çok çözünmelerine ve uzun dönemde dolguda mikrosızıntı görülmesine neden olur. (Tagger ve ark. 1988, Schafer E, Zandbiglari T. 2003). Bu kök kanal dolgu patları aynı zamanda zayıf koheziv özelliğe sahiptir (Wennberg ve Ørstavik 1990). Bununla birlikte Özata ve ark. (1999) farklı içerikli patlarla (Diaket, Ketac-Endo) karşılaştırıldığında $\text{Ca}(\text{OH})_2$ esaslı kanal dolgu patının (Apexit) sızıntı açısından diğerleriyle benzer sonuçlar gösterdiğini bulmuşlardır.

Biyoseramik Yapıdaki Kök Kanal Sealerları:

Biyomedikal ürünlerde kullanılacak malzemelerin, biyolojik sistemlerle etkileştiğinde uyum sağlayabilmeleri ve yan etki oluşturmamaları için yoğun çaba harcanmaktadır. Gün geçtikçe önemi ve uygulama alanı artan biyoyouumlu, güvenilir ve etkin olan biyomalzemeler, insan vücudundaki organ ya da dokuların işlevlerini yerine getirmek veya desteklemek amacıyla kullanılan malzemeler olup, sürekli olarak veya belli aralıklarla vücut sıvıları ile temas halindedirler (Wintermantel ve ark. 1996).

Seramikler insanlık tarihinin en eski doğal kaynaklara dayalı sentetik malzemelerindendir ve uzun süredir tıpta kullanım alanı bulmuşlardır. Vücudun zarar gören veya işlevini yitiren organlarının onarımı, yeniden yapılandırılması veya yerini alması için özel tasarımlı seramiklere, biyoseramikler denilmektedir (Pasinli, 2004). Biyoseramikler, polikristalin yapılu seramik (alümina ve hidroksiapatit), biyoaktif cam, biyoaktif cam seramikler veya biyoaktif kompozitler (polietilen-hidroksiapatit) şeklinde hazırlanmaktadır (Hench 1991).

Seramiklerin genel özellikleri;

- Sertlik
- Asidik ortamdaki inert davranışlar
- Termal dayanım, termal yalıtkanlık
- Erozyon, aşınma dayanımı
- Elektrik yalıtkanlığı
- Yüksek erime sıcaklıkları
- Hafiflik (metallere göre %40 hafiflik)
- Kırılganlık
- Yüksek kimyasal kararlılık göstermeleri
- Hammadde bulunmasında kolaylık
- Oksitlenmeye karşı yüksek direnç
- Düşük sürtünme katsayısına sahip olmaları
- Yüksek basma kuvvetine sahip olmaları (Evcin ve ark. 2008).

Alüminyum ve zirkonyum protetik uygulamalarda kullanılan bioinert seramiklerdir. Bioaktif cam ve cam seramik diş hekimliğinde farklı ticari isimlerde kullanılan maddelerdir. Buna ek olarak gözenekli seramik olan kalsiyum fosfat esaslı materyaller kemik defektlerinin doldurulması için kullanılmaktadır. Ayrıca bazı kalsiyum silikat seramikler (MTA; Tulsa Dentsply ve Bio aggregate; Diadent) diş hekimliğinde kök kanal tamir materyali ve apikal retrograt dolgu materyali olarak kullanılmaktadır (Hench 1991).

Biyoseramiklerin dental uygulamalarda kullanılmasının iki önemli avantajı vardır.

1. Fiziksel özellikleri; biyoseramikler biyouyumlu, toksik olmayan, büzülme göstermeyen ve biyolojik ortamda kimyasal olarak stabil maddelerdir ve sertleşme sırasındaki yüksek pH (12,9) ile güçlü antibakteriyel etki oluşturur.

2. Biyoseramiklerin, dolgu işlemi sırasında, taşkın dolgu oluştuğunda ya da kök tamiri sırasında, enflamatuar doku cevabı oluşturmaması, materyalin dentin ile bağlanmasıyla oluşan hidrosiapatit formundan kaynaklanmaktadır (Koch ve Brave 2009).

Seramik esaslı patların genel özellikleri şu şekilde belirtilmiştir (Kossev ve Stefanov, 2009) ;

1- Seramik esaslı patlar yüksek hidrofilitir ve düşük değme açısına sahiptir. Bu özelliği kök kanal dentin duvarı üzerinde kolayca yayılmasını ve lateral kanalların doldurulmasını sağlar.

2- Sertleşme sırasında seramik esaslı patlar genişlemektedir. Bioaggregate ve iRoot SP %20 oranında genleşme gösterir.

3- Biyoseramik patlar dentin ile kimyasal olarak bağlanmaktadır. Toz içerisindeki kalsiyum silikat hidrate olur ve kalsiyum silikat jel ile kalsiyum hidroksit oluşur. Kalsiyum hidroksit de fosfat iyonları ile tepkimeye girerek hidrosiapatit çökmesini ve su oluşmasını sağlar.

4- Seramik esaslı patlar akut periapikal enflamasyonlu vakalarda ağrının hafiflemesini de sağlamaktadır. Kök kanallarının preparasyonundan ve irrigasyonundan sonra biyoseramik kanal patı ile doldurulmasıyla ağrının önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. MTA esaslı maddelerin kök kanalı dışına taşması hastada ağrıya yol

açmaktadır. Biyoseramik esaslı maddelerin apeksten çıktığı durumlarda ağrı ya çok az oluşur ya da hiç yoktur. Ağrı oluşturmaması bu materyalin en karakteristik özelliğidir. Sertleşme reaksiyonunun sonunda rezorbe olmayan, hidroksiapatit benzeri yapı gösteren biyoseramik, kemik yerini alan greft maddesi ile aynı özelliktedir.

5- MTA benzeri materyaller düşük radyoopasiteye sahiptir, biyoseramik esaslı patların radyoopasitesi ise yüksektir.

6- Biyoseramik patlar doku sıvılarında erimezler.

Kalsiyum fosfat bazlı sentetik seramik “dişlerin ve kemiklerin” inorganik matris fazlarına olan kimyasal ve elementer benzerliğinden dolayı ideal implant malzemeleri olarak düşünülmüştür. Bütün kalsiyum fosfat fazları arasında özellikle hidroksiapatit ve trikalsiyumfosfat, ideale en yakın sentetik sert doku malzemesi olarak tanınmıştır. Hidroksiapatitin, özellikle insan sert dokusunun ana inorganik içeriği olduğu iyi bilinmektedir. Doğal kemik ağırlıkça ~ %70 hidroksiapatittir. Biyoseramik esaslı kanal patları da, sertleştikten sonra hidroksiapatit oluşturarak dentinle kimyasal olarak bağlanmaktadır (Kossev ve Stefanov, 2009).

Bu gruptaki bazı patların ticari isimleri şu şekildedir; EndoSequence BC sealer, iRoot SP, Smartseal, ProRoot Endo sealer.

EndoSequence BC sealer (Brasseler USA, Savannah, GA)

EndoSequence BC sealer, kullanıma yeni sunulan, kalsiyum fosfat silikat esaslı kök kanal sealerıdır. Biyoseramik kök kanal patının başlıca inorganik bileşenleri, trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyum fosfat, koloidal silika ve kalsiyum hidroksittir. Radyoopaklık için zirkonyum oksit eklenmiştir.

Üretici firmanın tanımlamasına göre kullanıma hazır enjektörler içerisinde önceden karıştırılmış formda, tek pat halinde, toksik olmayan, biyouyumlu, çalışma süresince yüksek pH (12.9) özelliğiyle antibakteriyal ve hidrofilik özellikte bir pattır (Koch ve Brave 2009). Beyaz renktedir. Kullanıma hazır enjektör içerisindeki sealer, enjektöre takılan esnek uç sayesinde kanal içerisine direkt olarak uygulanır. Patın kullanıma hazır halde olması karıştırma sırasında hava kabarcığı oluşmasını ve gereksiz pat kullanımını önlemiş olur. Ayrıca daha homojen bir yapı sağlanır (Yang ve Lu 2008).

Dentin yaklaşık olarak %20 oranında su içermektedir. Üretici firmaya göre EndoSequence BC sealer, çalışma reaksiyonunun başlaması ve tamamlanması için, kök kanallarının irrigasyonu sonrasında dentin tübüleri içerisinde kalan nemi kullanmaktadır. Patın çalışma süresi yaklaşık olarak 4 saattir ancak dentin tübüleri içerisinde kalan nem miktarı; kök kanallarının paper pointlerle tamamen kurutulması, smear tabakası ve tübüler skleroz varlığı gibi etkenlerle değişmektedir (Paque ve ark. 2006). Aşırı derecede kurutulmuş kanallarda sealerın sertleşme süresi uzayabilmektedir (Yang ve Lu 2008).

EndoSequence BC sealer konvansiyonel olarak prepare ve irrigate edilmiş kanallarda ve standart kanal dolgu teknikleriyle kullanılabilir. Pat hidrofilik özelliktedir ve bu nedenle kanalın iyice kurutulmasına gerek kalmamaktadır.

Kök kanalına uygulanan sealer dentin tübüllerindeki sıvıyı absorbe eder ve sealerın içeriğindeki dikalsiyum silikat ve trikalsiyum silikatın su ile reaksiyonu sonucu kalsiyum hidroksit ve kalsiyum silikat hidrat jel üretilir. Kalsiyum hidroksit, fosfat iyonlarıyla reaksiyona girerek hidroksiapatit ve su oluşturur. Reaksiyon devam ederken hidroksiapatitin, kalsiyum silikat hidrat jelin üzerine çökmesiyle kompozite benzer bir yapı meydana gelmektedir (Yang ve ark. 2002). EndoSequence BC sealer, dentine kimyasal olarak bağlanmakta, nemden etkilenmemekte ve hatta sertleşme reaksiyonunu nem varlığında göstermektedir (Kossev ve Stefanov 2009).

Loushine ve ark. (2011), EndoSequence BC sealer içeriğine %1-9 oranında su ekledikleri çalışmalarında patın mikrosertliğinde, anlamlı oranda azalma olduğunu gözlemlemişler ve kanalda fazla oranda nem bırakıldığında poröz bir matrix oluştuğunu sonuç olarak sertleşme süresince kanal sealarından, doku irrite edici maddelerinin salınımının olabileceğini bildirmişlerdir.

Zhang ve ark. (2009), yaptıkları bir çalışmada 68 adet çekilmiş diş kullanmışlar ve %5,25' lik NaOCl irrigasyonunun ardından %17' lik EDTA solüsyonu ile smear tabakasını uzaklaştırmışlardır. Dişleri üç gruba ayırmışlar ve Grup 1' i devamlı ısı ile kondansasyon tekniğini kullanarak iRoot SP kök kanal patı ile Grup 2' yi tek kon tekniğini kullanarak iRoot SP kök kanal patı ile ve Grup 3' ü devamlı ısı ile kondansasyon tekniği kullanarak AH Plus kök kanal dolgu patı ile doldurmuşlardır. Daha sonra sıvı filtrasyon tekniği ile apikal sızıntısını incelemişler ve örnekleri SEM analizi ile değerlendirmişler ve sonuçta gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir

fark olmadığını bulmuşlardır. Ayrıca iRoot SP kök kanal patının güta perka' ya da iyi adaptasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Sonuçta iRoot SP kök kanal patının da AH Plus gibi iyi bir apikal örtücülüğe sahip olduğunu ve tek kon tekniği ile de kullanabileceğini belirtmişlerdir.

Zhang ve ark. (2009), 7 farklı kök kanal patının antibakteriyal etkilerini değerlendirmişler ve sonuçta taze karıştırılmış olan iRoot SP kök kanal patının 2 dk içerisinde tüm bakterileri öldürdüğünü, AH Plus kök kanal patının 5 dk, EndoRez' in 20 dk, Sealapex ve Epiphany'nin ise 60 dk içerisinde tüm bakterileri öldürebildiğini rapor etmişlerdir. 1 ve 3 günlük değerlendirmelerde ise iRoot SP ve EndoRez kök kanal patlarının hala güçlü antibakteriyel etki gösterebildiğini, AH Plus' ın ise düşük derecede antibakteriyel etki gösterebildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca iRoot SP ve EndoRez kök kanal patlarının karıştırıldıktan 3 ve 7 gün sonra bile hala antibakteriyel etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Zhang ve ark. (2010), fare L929 fibroblast hücrelerini kullanarak iRoot SP, AH Plus kök kanal patları ve ProRoot Mineral Trioksit Aggregate (MTA)' in biyouyumluluğunu araştırmışlar ve sonuçta iRoot SP kök kanal patının karıştırıldıktan hemen sonraki değerlendirmede hafif derecede toksisite gösterdiğini, 24 saat sonra ise toksisite göstermediğini, AH Plus kök kanal patının ise karıştırıldıktan hemen sonra orta derecede toksisite gösterdiğini, 24 saat sonra hafif derecede toksisite gösterdiğini, MTA' nın ise karıştırıldıktan hemen sonraki ve 24 saat sonraki değerlendirmelerde toksisite göstermediğini bildirmişlerdir. Ayrıca AH Plus kök kanal patının iRoot SP kök kanal patına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla toksisite gösterdiğini de rapor etmişlerdir.

Loushine ve ark. (2011), EndoSequence BC sealer ve AH Plus' ın hücrelerin süksinat dehidrogenaz aktiviteleri üzerindeki değişikliklerini inceledikleri sitotoksosite çalışmalarında, EndoSequence BC sealer'ın AH Plus' a oranla anlamlı derecede sitotoksik olduğunu bildirmişlerdir. EndoSequence BC sealer 5 hafta boyunca orta derecede, 6. haftada hafif derecede toksisite gösterirken, AH Plus' ın 3 haftadan önce non-toksik özellikler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ghoneim ve ark. (2011), farklı kök kanal patı sistemlerinin dikey kök kırıklarının dayanımına etkisini inceledikleri çalışmalarında 50 adet alt premolar kullanmışlar, 40 kanallı EndoSequence döner alet sistemiyle .06 taperda

şekillendirmişler ve 5 grupta (G) incelemişlerdir. GI: iRoot SP sealer-ActiV GP kon, GII: iRoot SP sealer- güta perka, GIII: ActiV GP sealer- ActiV GP kon, GIV: ActiV GP sealer-güta perka, GV (negatif kontrol grubu): Şekillendirme ve kanal dolgusu yapılmamış grup. Bütün gruplar tek kon yöntemiyle doldurulmuştur. Sonuç olarak en yüksek kırılma dayanım değerleri negatif kontrol grubu ile GI' de (iRoot SP sealer-ActiV GP kon) bulunmuş ve istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. En düşük değerleri GIV (ActiV GP sealer-güta perka) göstermiştir. Araştırmacılar, biyoseramik bazlı kök kanal sealerlarının, ActiV GP konlarıyla kullanımının dişlerin kırılma dayanımını arttırdığını bildirmişlerdir.

2.6. Kök Kanal Dolgu Patlarının Bağlanma Dayanımı ve Kırılma Direnci İnceleme

Metotları

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 kuronal 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* (çekme) (Imai ve Komabayashi 2003), *shear* (makaslama) (Gogos ve ark. 2003) ve *micropush-out* (itme) (Arı ve Özçopur 2006) testleri kullanılırken, materyallerin dişte kırılma direncine etkisini ölçmek amacıyla kırma testi uygulanmaktadır (Teixeira ve ark. 2004). Tüm bu mekanik testlerin uygulanmasında, 'Universal Test Cihazı' kullanılmaktadır.

Tensile testinde, özel kalıplarda hazırlanan deney yüzeyi, test cihazının tablasına yerleştirilerek uygun konumda sabitlenmekte ve düzeneğe uygun olarak hazırlanan deney materyali cihazın kuvvet uygulayan ucu yardımıyla ters yönde sabit hızda çekilerek bağlanma dayanımı ölçülmektedir (Lee ve ark. 2002, Saleh ve ark. 2003),

shear testinde deney yüzeyi ile deney materyalinin birleşim noktasına sabit hızda kuvvet uygulanarak bağlanma dayanımları test edilmektedir (Tagger ve ark. 2003a). Son zamanlarda yaygın şekilde kullanılan *micropush-out* test tekniğinde ise, kök kanalları doldurulduktan sonra kökün ince dilimler halinde kesilmesiyle elde edilen örnekler test cihazına bağlandıktan sonra, cihazın kuvvet uygulayan ucu direkt olarak kanalın içerisindeki dolgu materyaline sabit hızda kuvvet uygulamakta ve böylece deney materyalinin kök dentinine olan bağlanma dayanımı ölçülmektedir. Bu yöntemin avantajı, düşük bağlanma kuvvetlerinin bile ölçülebilmesine olanak tanınmasıdır (Oruçoğlu ve Şengün 2003, Arı ve Özçopur 2006, Üngör 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.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Araştırmada:

- 420 adet çekilmiş insan sürekli alt santral-lateral dişi
- Aeratör (Kavo Dental GmbH&Co., Biberach, Almanya)
- Frez (Mani Inc., Tochigi, Japonya)
- Mikromotor (Kavo Dental GmbH&Co., Biberach, Almanya)
- Angldruva (Kavo Dental GmbH&Co., Biberach, Almanya)
- Serum fizyolojik %0.9 NaCl izotonik solüsyonu (Biofarma İlaç San. Ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye)
- Distile su (Analiz Kimya Kimyevi Mad. Laboratuvar Malz. San. Tic. Ltd. Şti., İzmir, Türkiye)
- 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 numara K-file (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre)
- RaCe Ni-Ti döner alet sistemi -XtremRace- .02/30, .04/30 yardımcı eğeler (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds İsviçre)
- X- Smart elektrikli motor (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre)
- Redüksiyonlu angldruva (W&H Dentalwerk, Bürmoos, Avusturya)
- %5 sodyum hipoklorit solüsyonu (NaOCI) (WIZARD, İstanbul, Türkiye)
- %17 etilendiamin tetra asetik asit (EDTA) solüsyonu (Vista Dental Products, USA)
- Glyde (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre)
- Steril Hayat şırınga 5 ml (Hayat Tıbbi Aletler, İstanbul, Türkiye)
- 30 gauge perfore iğne ucu (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre)
- 30 numara MMPP paper point (DiaDent Group International, Almere, Hollanda)

- Lentülo (Mani Inc., Tochigi, Japonya)
- Spreader (Mani Inc., Tochigi, Japonya)
- Plugger (Mani Inc., Tochigi, Japonya)
- 20, 30 numara ML.029 güta perka (DiaDent Group International, Almere, Hollanda)
- Kalsiyum Hidroksit Tozu (Sultan Healthcare Inc, Hackensack, NJ)
- ‘AH Plus’ sealer (Dentsply, DeTrey, Konstanz, Almanya)
- EndoSequence BC Sealer (BrasselerUSA, Savannah, GA)
- MetaSEAL (Parkell Inc, Farmington, NY)
- ‘Activ GP’ sealer (BrasselerUSA, Savannah, GA)
- Gutta Cut (VDW, Münih Almanya)
- Kavıt (Cavit™, 3M ESPE, Germany, Premier Products Co., Norristown, Pa)
- Otopolimerizan akrilik (Caulk/Dentsply, Milford, DE)
- Autograph Universal Test Cihazı (Autograph AG-IS; Shimadzu Co, Kyoto, Japan)

3.2. Yöntem

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Ana Bilim Dalında gerçekleştirilmiştir. Örneklerin kırılma dirençlerinin değerlendirilmesi işlemi İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Örneklerin Seçimi

Bu çalışmada, periodontal amaçlı çekilmiş 510 adet mandibular santral-lateral dişler kullanılmıştır. Dişler çekimi takiben, deney aşamasına kadar serum fizyolojik solüsyonu içerisinde oda sıcaklığında saklanmıştır. Dişlerin kök yüzeylerindeki periodontal doku artıkları bir küret yardımıyla temizlenmiştir. Tüm dişler mesio-distal,

bukko-lingual yönde alınan iki radyografi ile değerlendirilmiştir. Kanalları kalsifiye, kök kanal gelişimini tamamlamamış, kırık, çatlak ve kök rezorpsiyonu bulunan dişler çalışma dışı bırakılmış ve çalışma için uygun olan 420 adet örnek deney aşaması için hazırlanmıştır.

3.2.2. Örneklerin Hazırlanması

Dişlerin kuron kısımları elmas separe yardımıyla su soğutması altında mine-sement sınırından ayrılmıştır. Tüm dişlerin benzer boyutlara sahip olduğunu göstermek amacıyla kesilen mine-sement sınırından BL, MD çapları ve kök boyları ölçülerek kaydedilmiştir. 10 numara K-file ile kök kanallarında herhangi bir tıkanıklık olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Tüm dişler deneysel işlemlerde kullanılana kadar serum fizyolojik solüsyonu içerisinde bekletilmiş ve solüsyon her hafta yenilenmiştir.

3.2.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Hazırlanan dişler, rastlantısal olarak her birinde 20 diş bulunan 21 deney grubuna ayrılmıştır.

Deney Grupları:

Grup 1 (Activ GP, .02, Ca(OH)₂ +): Apikal şekillendirmenin RaCe .02/30 ile tamamlandığı, medikament uygulanan ve Activ GP kanal dolgu patı ile lateral kondansasyon yöntemiyle doldurulan grup.

Grup 2 (Activ GP, .04, Ca(OH)₂ +): Apikal şekillendirmenin RaCe .04/30 ile tamamlandığı, medikament uygulanan ve Activ GP kanal dolgu patı ile lateral kondansasyon yöntemiyle doldurulan grup.

Grup 3 (Activ GP, .02, Ca(OH)₂ -): Apikal şekillendirmenin RaCe .02/30 ile tamamlandığı ve Activ GP kanal dolgu patıyla lateral kondansasyon yöntemi uygulanarak doldurulan grup.

Grup 4 (Activ GP, .04, Ca(OH)₂ -): Apikal şekillendirmenin RaCe .04/30 ile tamamlandığı, Activ GP kanal dolgu patıyla lateral kondansasyon yöntemi uygulanarak doldurulan grup.

Grup 5 (EndoSequence BC Sealer, .02, Ca(OH)₂ +): Apikal şekillendirmenin RaCe .02/30 ile tamamlandığı, medikament uygulanan, EndoSequence BC Sealer kanal dolgu patı ile lateral kondansasyon yöntemiyle doldurulan grup.

Grup 6 (EndoSequence BC Sealer, .04, Ca(OH)₂ +): Apikal şekillendirmenin RaCe .04/30 ile tamamlandığı, medikament uygulanarak, EndoSequence BC Sealer kanal dolgu patıyla lateral kondansasyon yöntemiyle doldurulan grup.

Grup 7 (EndoSequence BC Sealer, .02, Ca(OH)₂ -): Apikal şekillendirmenin RaCe .02/30 ile tamamlandığı, EndoSequence BC Sealer kanal dolgu patıyla lateral kondansasyon yöntemi uygulanarak doldurulan grup.

Grup 8 (EndoSequence BC Sealer, .04, Ca(OH)₂ -): Apikal şekillendirmenin RaCe .04/30 ile tamamlandığı, EndoSequence BC Sealer kanal dolgu patıyla lateral kondansasyon yöntemi uygulanarak doldurulan grup.

Grup 9 (MetaSEAL, .02, Ca(OH)₂ +): Apikal şekillendirmenin RaCe .02/30 ile tamamlandığı, medikament uygulanarak, MetaSEAL kanal dolgu patı ile lateral kondansasyon yöntemiyle doldurulan grup.

Grup 10 (MetaSEAL, .04, Ca(OH)₂ +): Apikal şekillendirmenin RaCe .04/30 ile tamamlandığı, medikament uygulanarak, MetaSEAL kanal dolgu patı ile lateral kondansasyon yöntemiyle doldurulan grup.

Grup 11 (MetaSEAL, .02, Ca(OH)₂ -): Apikal şekillendirmenin RaCe .02/30 ile tamamlandığı, MetaSEAL kanal dolgu patıyla lateral kondansasyon yöntemi uygulanarak doldurulan grup.

Grup 12 (MetaSEAL, .04, Ca(OH)₂ -): Apikal şekillendirmenin RaCe .04/30 ile tamamlandığı, MetaSEAL kanal dolgu patıyla lateral kondansasyon yöntemi uygulanarak doldurulan grup.

Kontrol Grupları:

Grup 13 (kontrol 2, kemomekanik şekillendirme, .02, Ca(OH)₂ -): Apikal şekillendirmenin RaCe .02/30 ile tamamlandığı grup.

Grup 14 (kontrol 2, kemomekanik şekillendirme, .04, Ca(OH)₂ -): Apikal şekillendirmenin RaCe .04/30 ile tamamlandığı grup.

Grup 15 (kontrol 2, kemomekanik şekillendirme, .02, Ca(OH)₂ +): Apikal şekillendirmenin RaCe .02/30 ile tamamlandığı, medikament uygulanan grup.

Grup 16 (kontrol 2, kemomekanik şekillendirme, .04, Ca(OH)₂ +): Apikal şekillendirmenin RaCe .04/30 ile tamamlandığı, medikament uygulanan grup.

Grup 17 (kontrol, AH Plus, .02, Ca(OH)₂ +): Apikal şekillendirmenin RaCe .02/30 ile tamamlandığı, medikament uygulanarak, AH Plus kanal dolgu patı ile lateral kondansasyon yöntemiyle doldurulan grup.

Grup 18 (kontrol, AH Plus, .04, Ca(OH)₂ +): Apikal şekillendirmenin RaCe .04/30 ile tamamlandığı, medikament uygulanarak, AH Plus kanal dolgu patı ile lateral kondansasyon yöntemiyle doldurulan grup.

Grup 19 (kontrol, AH Plus, .02, Ca(OH)₂ -): Apikal şekillendirmenin RaCe .02/30 ile tamamlandığı, AH Plus kanal dolgu patıyla lateral kondansasyon yöntemi uygulanarak doldurulan grup.

Grup 20 (kontrol, AH Plus, .04, Ca(OH)₂ -): Apikal şekillendirmenin RaCe .04/30 ile tamamlandığı, AH Plus kanal dolgu patıyla lateral kondansasyon yöntemi uygulanarak doldurulan grup.

Grup 21 (kontrol 1, intakt diş grubu): Kanal girişleri kırma deneyi için uyumlanan, preparasyon ve kanal dolgusu yapılmayan grup.

3.2.4. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Tüm dişlerde apikal foramenin açıklığı 10 numara K-file ile kontrol edildikten sonra, kanal egesinin ucunun anatomik apikal foramenden görüldüğü noktadan 1 mm kısa olacak şekilde çalışma uzunluğu hesaplanmıştır. Çalışma boyu tespit edilen dişlerin kök kanalları, RaCe NiTi döner alet sistemi ile üretici firmanın önerileri doğrultusunda şekillendirilmiştir.

Şekillendirme işlemleri sırasında, kök kanalına yerleştirmeden önce kanal aletinin ucu jel formundaki Glyde' a bulanarak kullanılmıştır (Hülsman ve ark. 2002) (Şekil 3-1).

Şekillendirme işlemi sırasında her kanal aleti değişiminde, kök kanalları 2 ml. %5 NaOCI solüsyonu ile, 30 gauge perfore iğne kullanılarak yıkanmıştır.



Şekil 3-1: Glyde Şırıngaları

3.2.4.1. Race Sistemi Kullanılarak Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Çalışmamızda NiTi döner alet sistemi olan RaCe (Xtrem RaCe) kullanılarak, 400 adet dişin $\frac{1}{2}$ 'sinde apikal şekillendirme .02/30, diğer yarısında ise .04/30 ile bitirilmiştir.

Her bir dişin kök kanalına 10 numara K-file yerleştirilip, kök ucundan görüldüğü noktadaki uzaklıktan 1 mm çıkartılarak çalışma uzunluğu belirlendikten sonra .06/30 numaralı kanal aleti çalışma uzunluğunun $\frac{1}{3}$ 'ünde, .04/25 numaralı kanal aleti çalışma uzunluğunun $\frac{1}{2}$ 'si ile $\frac{2}{3}$ 'ü arasında, .02/20, .02/25, .02/30 numaralı kanal aletleri çalışma uzunluğunda kullanılmıştır (Şekil 3-2). Çalışma uzunlukları tekrar kontrol edilen dişlerin 200 adetinin ise apikal şekillendirmeleri .04/25 ve .04/30 numaralı kanal aletleri ile bitirilmiştir (Şekil 3-3, Şekil 3-4).



Şekil 3-2: XtremRace sistemi



Şekil 3-3: 25/ .04 taper yardımcı eğeler



Şekil 3-4: .06 ve .04 taper yardımcı eğeleri

Şekillendirme işlemleri sırasında RaCe kanal aletleri X-Smart tork kontrollü motor ile üretici firmanın önerileri doğrultusunda 350 rpm'de kullanılmıştır (Şekil 3-5).



Şekil 3-5: X-Smart tork kontrollü motor

3.2.5. Kök Kanallarının İrrigasyonu

Çalışmamızda şekillendirme işlemi sırasında her kanal aleti değişiminde, kök kanallarına uygulanan Glyde (sıvı bir solüsyon içerisindeki %15 EDTA ve %10 üre peroksitten oluşmaktadır.) ve 2 ml %5' lik NaOCI solüsyonunun yanı sıra; şekillendirme işleminin bitimini takiben son yıkama amacıyla kök kanallarına, 30 gauge'lık endodontik irrigasyon iğnesi yardımıyla, 10 ml %5 NaOCI ve 10 ml %17 EDTA solüsyonu 1 dk süre ile uygulanmıştır (Şekil 3-6, Şekil 3-7). Daha sonra kök kanalları 10 ml distile su ile yıkanmıştır (Schäfer ve ark. 2007, Kokkas AB ve ark. 2004, Ribeiro ve ark. 2007).

3.2.6. Kök Kanallarının Medikasyonu

Çalışmamızda kullanılan dişlerin 200 adedinde, toplam 10 grupta (grup 1-2-5-6-9-10-15-16-17-18) 7 gün süresince kanal içi medikament olarak kalsiyum hidroksit kullanılmıştır (Şekil 3-8). Çalışmamızda kalsiyum hidroksit, distile su ile 1:1.5 oranında karıştırılarak hazırlanmıştır (Rosenberg ve ark. 2006, Balvedi ve ark. 2010) ve kanallara mikromotor ve 30 numara lentülo yardımı ile, medikament apikalden taşana kadar gönderilmiştir. Lentülo kanaldan çıkartılırken sürekli dönme hareketi korunmuştur. Medikamentin kondansasyonu kağıt kon veya *paper-point* ve *plugger* yardımıyla yapılmıştır (Teixeira ve ark. 2005, Balvedi ve ark. 2010). Kural kısımlar 2 mm kalınlığında geçici dolgu maddesi ile kapatılmış ve %100 nemli ortamda 37°C' de 7 gün inkübe edilmiştir.

3.2.7. Kök Kanallarındaki Medikamentin Temizlenmesi

Çalışmamızda kullanılan dişlerin 200 adedinde, toplam 10 grupta (grup 1-2-5-6-9-10-15-16-17-18) daimi kanal dolgusu öncesi, patın kanaldan uzaklaştırılmasında, apikal genişletmenin yapıldığı son döner aletle birlikte irrigasyon için %17'lik EDTA ve bunu takiben %5'lik NaOCI kullanılması tercih edilmiştir. Daha sonra kök kanallarına 10 ml distile su uygulanmıştır (Kenee DM ve ark. 2006).



Şekil 3-6: % 5 NaOCI solüsyonu



Şekil 3-7: %17 EDTA solüsyonu



Şekil 3-8: Kalsiyum hidroksit tozu

3.2.8. Kök Kanal Sealerları

Çalışmamızda kullanılan kök kanalı sealerlarının içerikleri Tablo 3-1’de gösterilmiştir.

Tablo 3-1: Deneyleerde kullanılan kök kanalı sealerlarının içerikleri ve üretici firmaları

KANAL PATI	İÇERİK	ÜRETİCİ FIRMA
ActiV GP	Baryum alüminosilikat cam tozları Poliakrilik asit	Brasseler USA, Savannah, GA
Meta-SEAL	Toz: Zirkonyum oksit doldurucular, Amorphous silika, Polimerizasyon başlatıcılar Likit: %60 4-META (4-metakrilooksietil trimellitate anhydride), %40 HEMA (2-hidroksietil metakrilat) Dimetakrilat	Parkell Inc, Farmington, NY
EndoSequence BC Sealer	Zirkonyum oksit, Kalsiyum silikat (trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat), Kalsiyum fosfat, Kalsiyum hidroksit, Doldurucu ve inceltici ajanlar	Brasseler USA, Savannah, GA
AH-Plus	Pat A (epoksi patı): Diglisidil-bisfenol-A-eter, Kalsiyum Tungstat, Zirkonyum Oksit, Aerosol, Demir Oksit, Pigment. Pat B (amin patı): 1- Adamantan amin, NN-dibenzil-5- oksanonandiamin-1,9, TCD-Diamin, Kalsiyum Tungstat, Zirkonyum Oksit, Silikon yağı	Dentsply, DeTrey, Konstanz, Almanya



Şekil 3-9: ActiV GP



Şekil 3-10: EndoSequence BC Sealer



Şekil 3-11: MetaSEAL



Şekil 3-12: AH-Plus

3.2.8.1. Kök Kanallarının Doldurulması

Çalışmamızda .02 ve .04 taperlı döner aletlerle preparasyon yapılan kök kanalları, ISO standartlarında .02 taperlı güta perka ve lateral kondansasyon yöntemi ile doldurulmuştur.

Bütün gruplarda güta perka konları ile birlikte sealer kullanılmıştır. Grup 1-4' de: Activ GP, Grup 5-8' de: EndoSequence BC Sealer, Grup 9-12' de: MetaSEAL ve Grup 17-20' de: AH Plus sealer ve güta perka kombinasyonu kullanılmıştır.

Kök kanalları son yıkamayı takiben standart .02 taperlı, 30 numara *paper point* kullanılarak kurutulmuştur. 30 numara güta perka master kon kabul edilmiştir. Master konun dişin üzerinde yazılı olan çalışma uzunluğuna ulaşması ve *tug-back* hissi kontrol edilmiştir. Master konun çalışma uzunluğundan kısa kaldığı durumlarda şekillendirme işlemi tekrarlanmıştır. Çalışma uzunluğu bir presel yardımıyla master kon üzerinde işaretlenmiştir.

Çalışma uzunluğunun 1-2 mm gerisine kadar gidebilen bir spreader (25 numara) seçilmiştir.

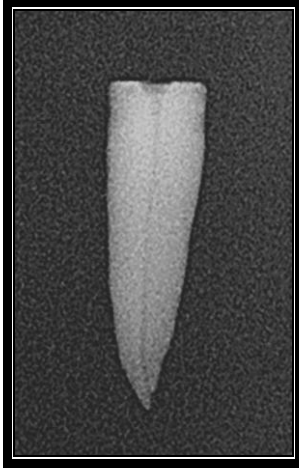
Master kon sealera bulanarak kök kanalına yerleştirilmiştir.

Spreader kök kanalına yerleştirilmiş, kondansasyon işleminden sonra döndürülerek geri çekilmiş ve oluşan boşluğa yardımcı konlar sealera bulanarak aynı şekilde yerleştirilmiştir. Spreader kök kanalının kural 2 mm ilerisine ulaşmadığı zaman doldurma işlemi tamamlanmış kabul edilmiştir.

Güta perka konları kanal ağzı seviyesinde Gutta Cut ile kesilmiş ve bir *plugger* yardımıyla vertikal olarak kondanse edilmiştir (Johnson ve Gutmann 2006).

Kök kanallarının doldurulmasını takiben dişlerde çatlak veya kırık varlığı *loupe* ve operasyon mikroskopu ile $\times 3$ ve $\times 5$ büyütmeyle kontrol edilmiştir.

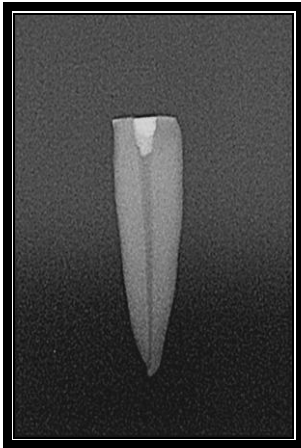
Kök kanal patlarının polimerizasyonun tamamlanması için dişler 37°C, %100 nemli ortamda 1 hafta süreyle bekletilmişlerdir.



Şekil 3-13: intakt- MD



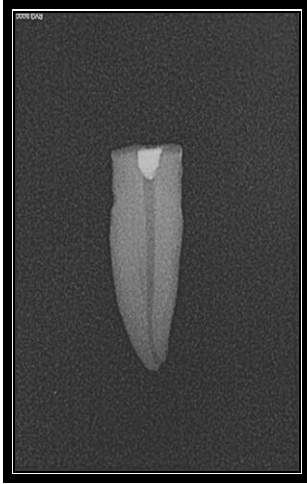
Şekil 3-14: intakt- BL



Şekil 3-15: Taper 2- MD



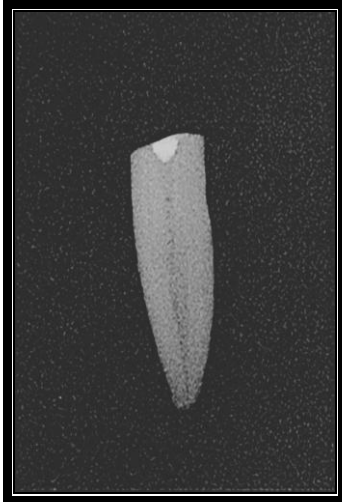
Şekil 3-16: Taper 2- BL



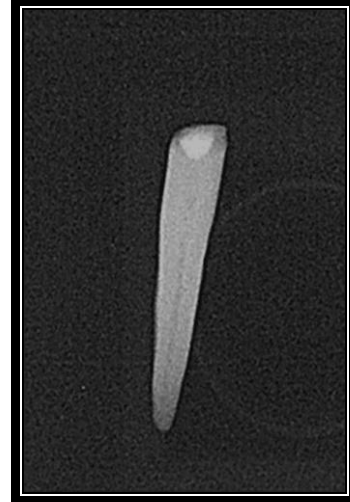
Şekil 3-17: Taper 4- MD



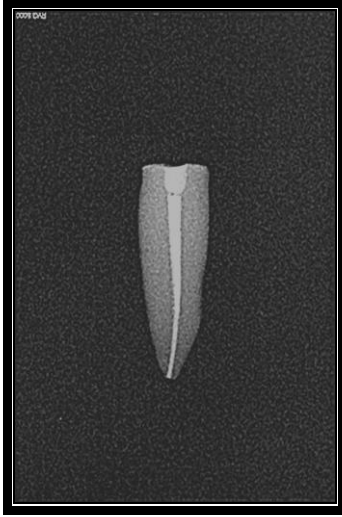
Şekil 3-18: Taper 4- BL



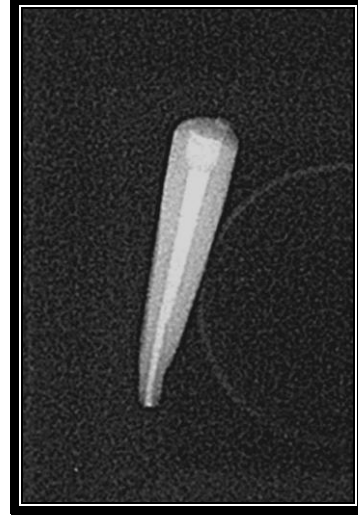
Şekil 3-19: Taper 4- Ca(OH)₂ + MD



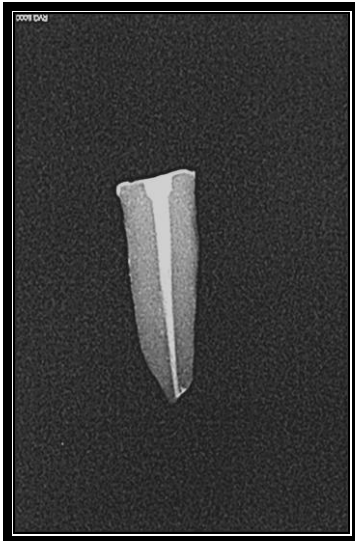
Şekil 3-20: Taper 4- Ca(OH)₂ + BL



Şekil 3-21: MetaSEAL- MD



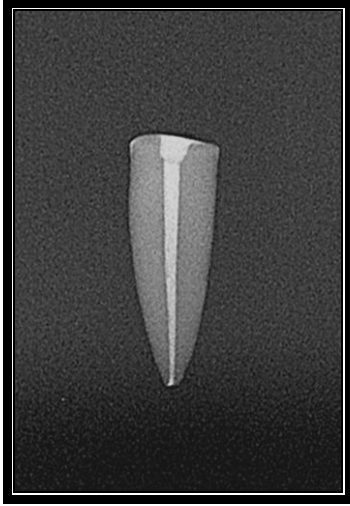
Şekil 3-22: MetaSEAL- BL



Şekil 3-23: Activ GP- MD



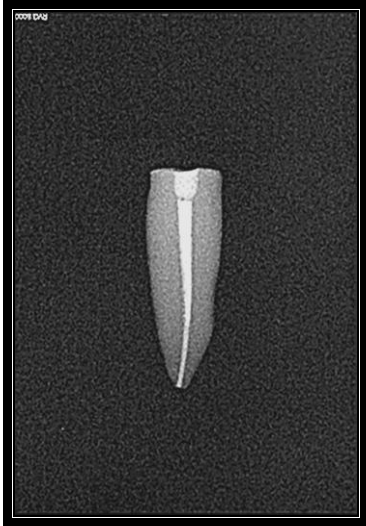
Şekil 3-24: Activ GP- BL



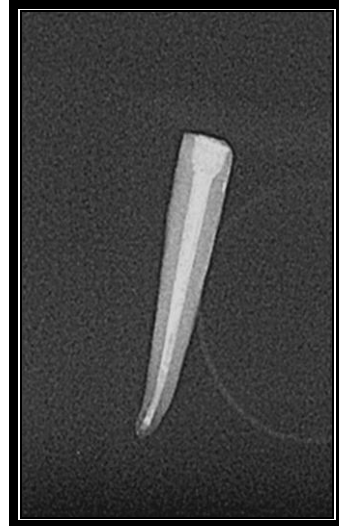
Şekil 3-25: EndoSequence BC Sealer - MD



Şekil 3-26: E. BC Sealer - BL



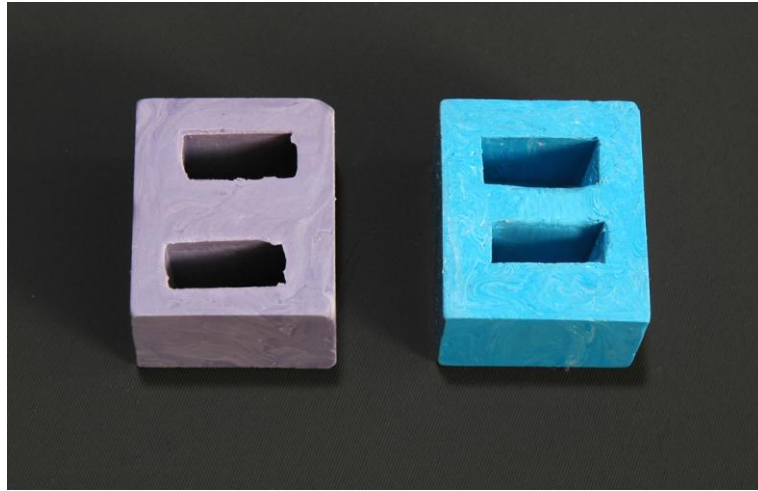
Şekil 3-27: AH Plus - MD



Şekil 3-28: AH Plus - BL

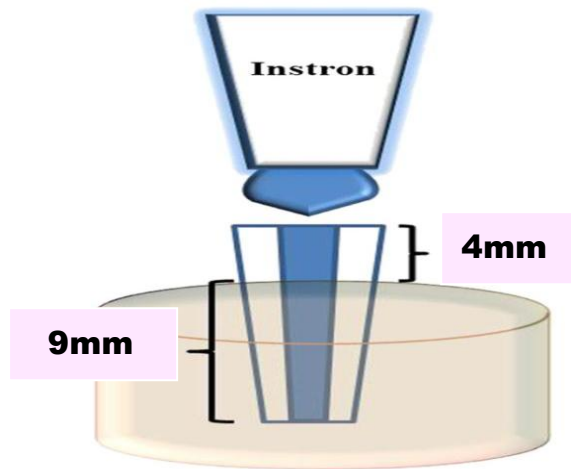
3.2.9. Diş Köklerinin Akrilik Bloklara Alınması

Çalışmamızdaki örnekler 4 mm' lik kök yüzeyleri akrilik dışında kalacak şekilde hazırlanmış ve 0° açıyla giriş kavitesi üzerinden kuvvet uygulanmıştır. (Johnson ve ark. 2000). Örneklerin test cihazına 0° açıyla yerleştirilebilmeleri için dikdörtgen bir alçı blok hazırlanmıştır. Dişlerin içine yerleştirileceği akrilik modeller oluşturabilmek amacıyla, daha sonra alçı bloktan, elastomerik ölçü maddesiyle ölçü alınarak anahtar model elde edilmiştir (Şekil 3-29) ve ardından akrilik model içine dökülmüştür.



Şekil 3-29: Elastomerik ölçü maddesiyle elde edilen anahtar model

Dişler uzun eksenleri yer düzlemine dik olacak ve kural 4mm' leri dışarıda kalacak şekilde akrilik içerisinde konumlandırılmıştır (Şekil 3-30).



Şekil 3-30: Test düzeneği

Bu şekilde 420 adet akrilik blok elde edilmiştir. Örnekler bir hafta boyunca 37°C'de, %100 nemli ortamda polimerizasyonlarının tamamlanması amacıyla bekletilmiştir. Bu süre sonunda dişlerin kırılma direncinin ölçülmesi işlemine geçilmiştir. Geçici dolgu materyalini uzaklaştırmak ve yükleme apareyine uyumlandırmak için karbit frez kullanılmıştır.

3.2.10. Kırma Testi

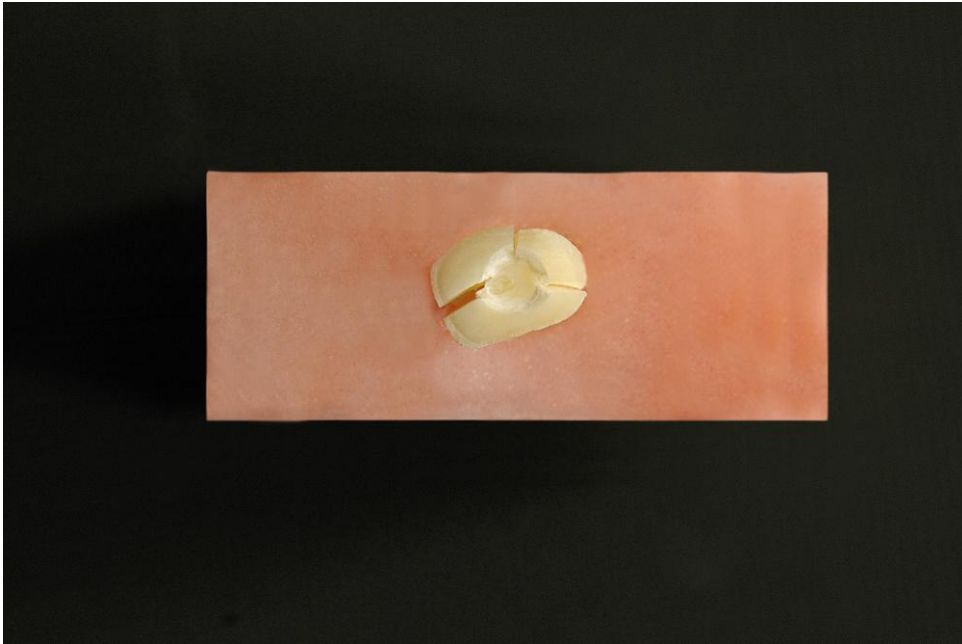
Deney materyallerini içeren akrilik bloklar test cihazının sabit olan alt tablasına yerleştirilmiş ve vidalanarak konumlandırılmıştır (Şekil 3-31). Daha sonra, cihazın kuvvet uygulayan üst kolundaki 1,2 mm çapında yuvarlatılmış çelik uç dikey yönde aşağıya doğru indirilerek kök kanal dolgu maddesinin üzerine yerleştirilmiştir. Bu şekilde, örnekler sürekli ve artan şekilde 1 mm/dak hızla kuvvet uygulanmıştır. Kuvvet uygulanmasına dişlerde kırılma olana dek devam edilmiştir. Örneklerde kırılma sesi duyulmuştur. Çalışmamızda kırık, uygulanan kuvvetin %25' inden fazla oranda gözlemlenen, keskin ve ani düşüşlerin olduğu nokta olarak tanımlanmıştır (Trope ve Ray 1992, Lertchirakarn ve ark. 2002, Hammad ve ark. 2007). Dişlerin dayanım değerleri, cihaza bağlı bir bilgisayar yardımıyla, dijital olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3-31: Autograph Universal Test Cihazı



Şekil 3-32: Kırma deneyi sonrası örnekler



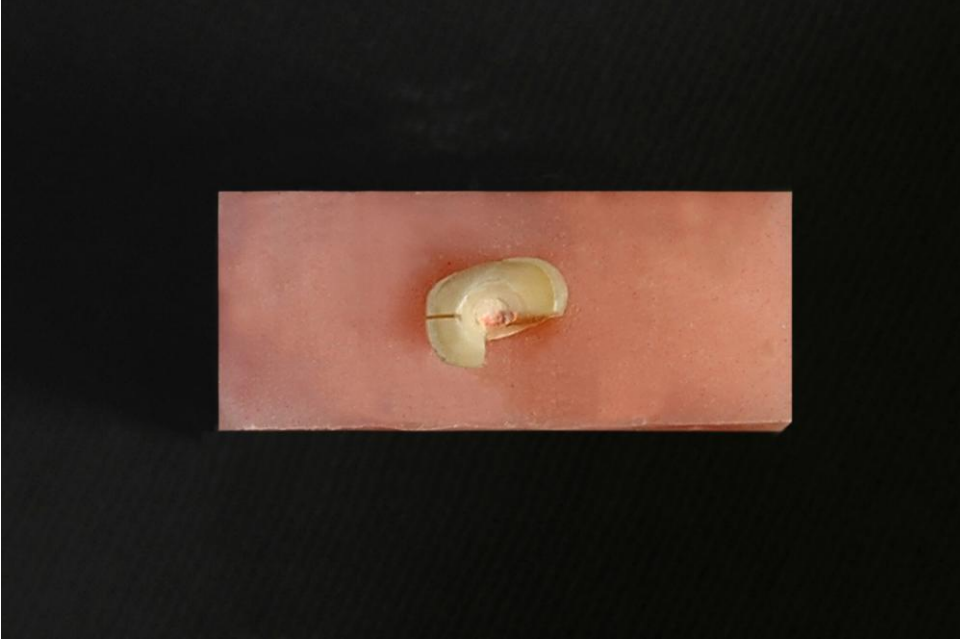
Şekil 3-33: Kontrol 2 –Ca(OH)₂+ .02 Taper - Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf



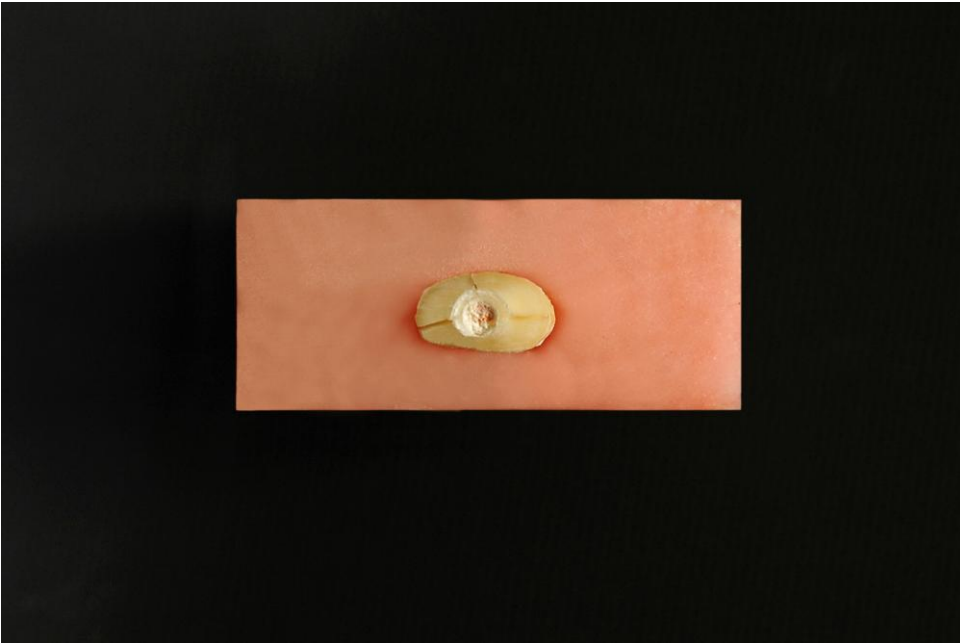
Şekil 3-34: Kontrol 2- Ca(OH)_2 + .04 Taper - Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf



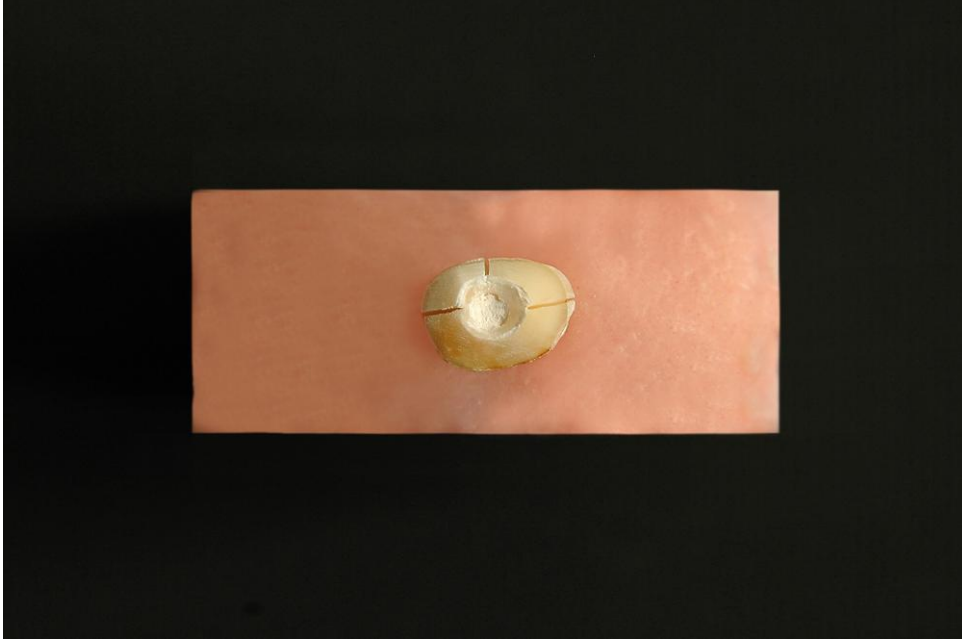
Şekil 3-35: Kontrol 2- .04 Taper - Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf



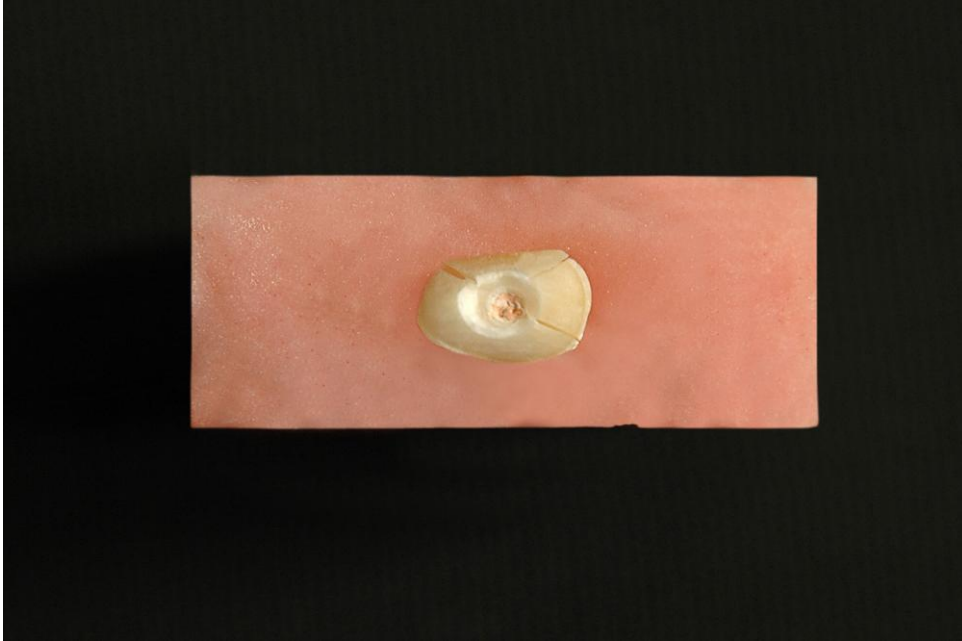
Şekil 3-36: Activ GP- Kirma deneyi sonrası alınan fotoğraf



Şekil 3-37: MetaSEAL - Kirma deneyi sonrası alınan fotoğraf



Şekil 3-38: EndoSequence BC Sealer- Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf



Şekil 3-39: AH Plus- Kırma deneyi sonrası alınan fotoğraf

3.2.11. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada istatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken, tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma) yanısıra niceliksel verilerin karşılaştırılmasında, normal dağılım gösteren parametrelerin gruplar arası değerlendirilmesinde ‘tek yönlü varyans analizi’ (Oneway Anova), alt grup karşılaştırmalarında ‘Tukey çoklu karşılaştırma’ testi, ikili grupların karşılaştırmasında bağımsız ‘t’ testi kullanılmıştır. Sonuçlar % 95’lik güven aralığında, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Deney Gruplarında Apikal Şekillendirmede Kullanılan Taper Farkının Kırılma Dayanımına Etki Verileri

Apikal şekillendirme .02 taper ve .04 taper ile bitirilen gruplar arasında, Newton (N) cinsinden elde edilen kırılma değerleri kullanılarak elde edilen verilerin değerlendirilmesinde; tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra, gruplar arası karşılaştırmalarda ‘tek yönlü varyans analizi’, alt grup karşılaştırmalarında ‘Tukey çoklu karşılaştırma testi’, ikili grupların karşılaştırmasında ‘bağımsız t testi’ kullanılmıştır. Sonuçlar anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiksel analizde, deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. Kırma deneyi sonuçları ve istatistiksel analiz bulguları, Tablo 4-1 ve Şekil 4-1’de gösterilmiştir.

Tablo 4-1: Deney gruplarında apikal şekillendirmede kullanılan taper farkının, kırılma dayanım değerleri ve standart sapmaları

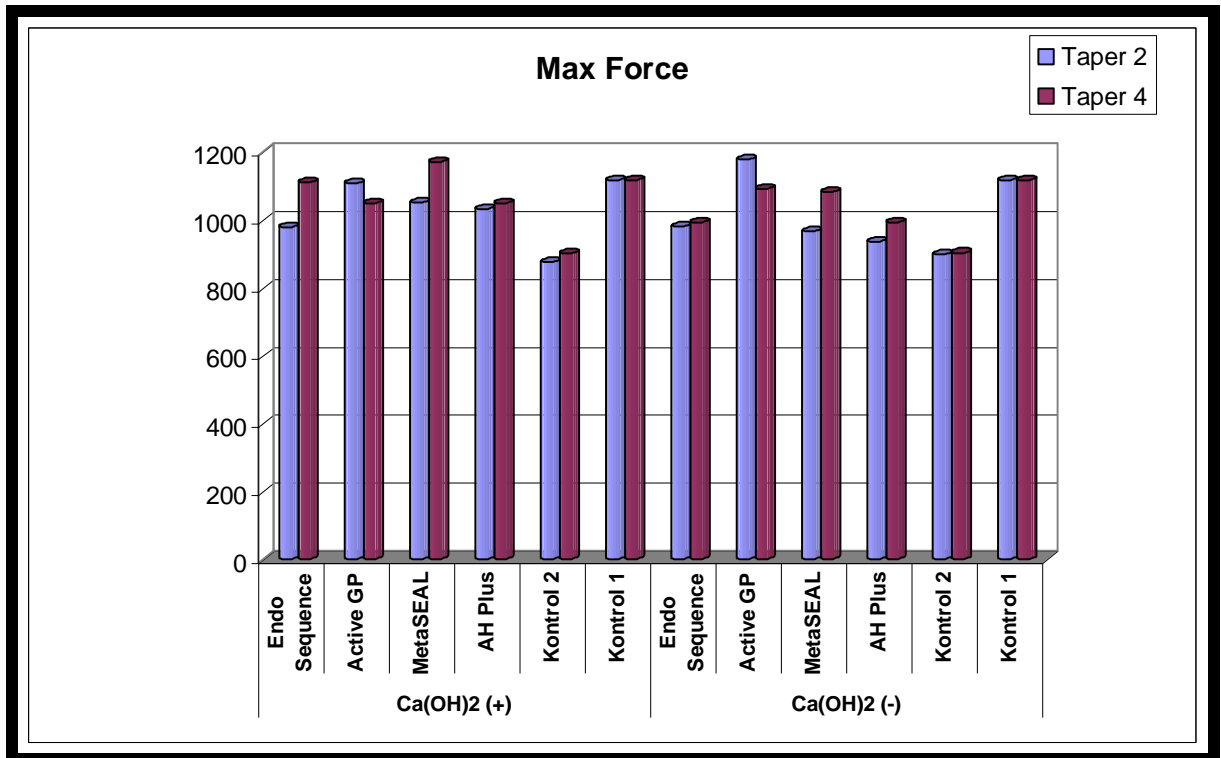
Max Force		Taper 2	Taper 4	+t	p
		Ort±SS	Ort±SS		
Ca(OH) ₂ (+)	EndoSequence BC Sealer	978,65±293,85	1109,9±192,2	-1,67	0,103
	Active GP	1107,06±213,78	1049,46±215,01	0,85	0,401
	MetaSEAL	1050,49±199,11	1170,79±216,24	-1,83	0,075
	AH Plus	1032,28±228,67	1048,98±222,57	-0,23	0,816
	Kontrol 2	875,21±222,25	900,76±186,07	-0,39	0,696
	Kontrol 1 (intakt)	1116,33±287,61	1116,33±287,61		
Ca(OH) ₂ (-)	EndoSequence BC Sealer	980,06±195,47	992,16±221,69	-0,18	0,856
	Active GP	1176,93±325,29	1091,67±179,02	1,03	0,311
	MetaSEAL	965,79±245,78	1081,01±269,24	-1,41	0,166
	AH Plus	935,38±153,76	991,65±215,99	-0,95	0,349
	Kontrol 2	897,16±152,14	902,56±156,79	-0,11	0,913
	Kontrol 1 (intakt)	1116,33±287,61	1116,33±287,61		

⁺ bağımsız t testi

$p < 0,05$

Kalsiyum hidroksit kullanılan deney gruplarında; EndoSequence BC Sealer ($p=0,103$), Active GP ($p=0,401$), MetaSEAL ($p=0,075$), AH Plus ($p=0,816$) ve Kontrol 2 ($p=0,696$) gruplarının Taper 2 ve Taper 4 Max Force ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Tablo 4-1), (Şekil 4-1), ($p>0,05$).

Kalsiyum hidroksit kullanılmayan deney gruplarında; EndoSequence BC Sealer ($p=0,856$), Active GP ($p=0,311$), MetaSEAL ($p=0,166$), AH Plus ($p=0,349$) ve Kontrol 2 ($p=0,913$) gruplarının Taper 2 ve Taper 4 Max Force ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Tablo 4-1), (Şekil 4-1), ($p>0,05$).



Şekil 4-1: Deney gruplarında apikal şekillendirmede kullanılan taper farkının kırılma dayanım oranlarının dağılımı

4.2. Deney Gruplarında Kullanılan Kalsiyum Hidroksit Materyalinin Kırılma Dayanımına Etki Verileri

Kalsiyum hidroksit medikasyonu uygulanan ve uygulanmayan gruplarda, Newton (N) cinsinden elde edilen kırılma değerleri kullanılarak elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra gruplar arası karşılaştırmalarda ‘tek yönlü varyans analizi’, alt grup karşılaştırmalarında ‘Tukey çoklu karşılaştırma testi’, ikili grupların karşılaştırmasında

'bağımsız t testi' kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p<0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiksel analizde, deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. Kırma deneyi sonuçları ve istatistiksel analiz bulguları, Tablo 4-2 ve Şekil 4-2'de gösterilmiştir.

Tablo 4-2: Kalsiyum hidroksit medikasyonu varlığı ve yokluğunda dişlerin kırılma dayanım değerleri ve standart sapmaları

Max Force		Ca(OH) ₂ (+)	Ca(OH) ₂ (-)	+t	p
		Ort±SS	Ort±SS		
	EndoSequence BC Sealer	978,65±293,85	980,06±195,47	-0,02	0,986
	Active GP	1107,06±213,78	1176,93±325,29	-0,80	0,427
Taper 2	MetaSEAL	1050,49±199,11	965,79±245,78	1,20	0,239
	AH Plus	1032,28±228,67	935,38±153,76	1,57	0,124
	Kontrol 2	875,21±222,25	897,16±152,14	-0,36	0,718
	Kontrol 1 (intakt)	1116,33±287,61	1116,33±287,61		
	EndoSequence BC Sealer	1109,9±192,2	992,16±221,69	1,80	0,081
	Active GP	1049,46±215,01	1091,67±179,02	-0,68	0,504
Taper 4	MetaSEAL	1170,79±216,24	1081,01±269,24	1,16	0,252
	AH Plus	1048,98±222,57	991,65±215,99	0,83	0,414
	Kontrol 2	900,76±186,07	902,56±156,79	-0,03	0,974
	Kontrol 1 (intakt)	1116,33±287,61	1116,33±287,61		

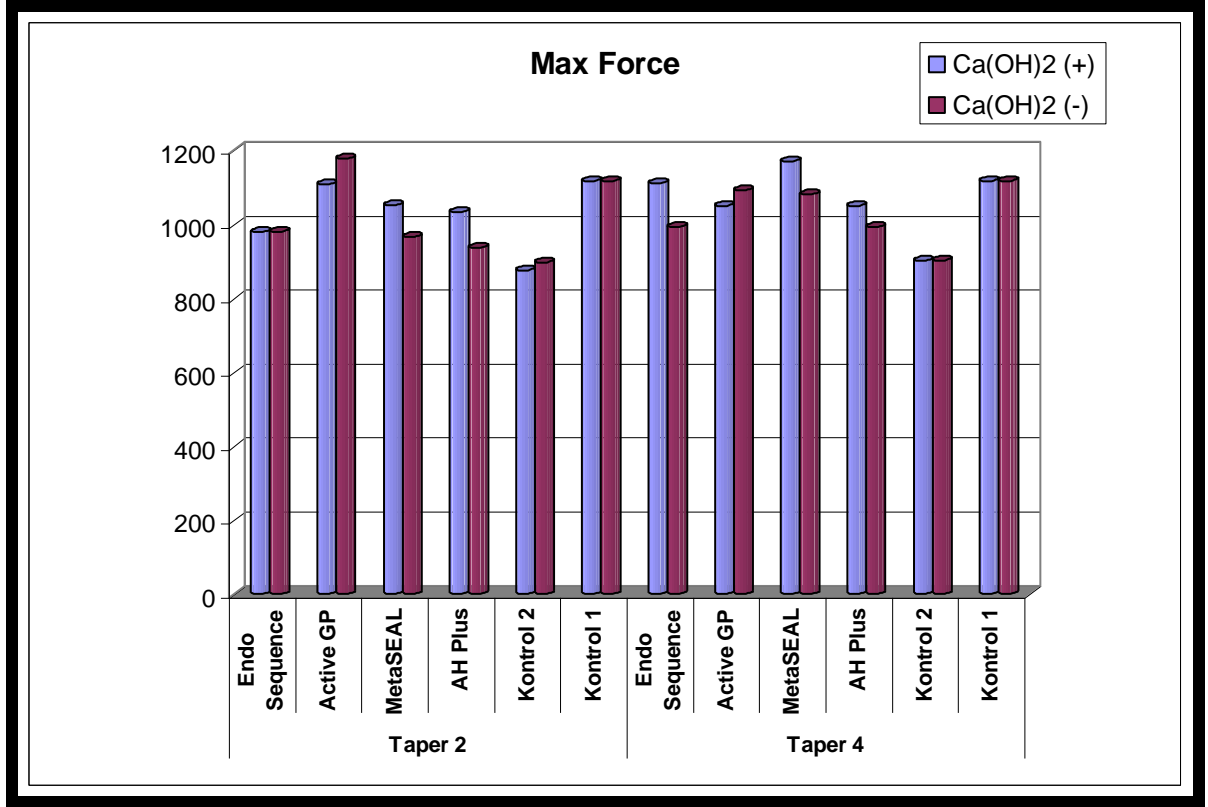
⁺ bağımsız t testi

$p<0,05$

Taper 2 ile apikal şekillendirmenin tamamlandığı deney gruplarında; EndoSequence BC Sealer ($p=0,986$), Active GP ($p=0,427$), MetaSEAL ($p=0,239$), AH Plus ($p=0,124$) ve Kontrol 2 ($p=0,718$) gruplarının Ca(OH)₂ (+) ve Ca(OH)₂ (-) Max Force ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Tablo 4-2), (Şekil 4-2), ($p>0,05$).

Taper 4 ile apikal şekillendirmenin tamamlandığı deney gruplarında; EndoSequence BC Sealer ($p=0,081$), Active GP ($p=0,504$), MetaSEAL ($p=0,252$), AH

Plus ($p=0,414$) ve Kontrol 2 ($p=0,974$) gruplarının Ca(OH)_2 (+) ve Ca(OH)_2 (-) Max Force ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Tablo 4-2), (Şekil 4-2), ($p>0,05$).



Şekil 4-2: Kalsiyum hidroksit medikasyonu varlığı ve yokluğunda dişlerin kırılma dayanım oranlarının dağılımı

4.3. Deney Gruplarında Kullanılan Kök Kanal Sealerlerinin Kırılma Dayanımına Etki Verileri

Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra gruplar arası karşılaştırmalarda ‘tek yönlü varyans analizi’, alt grup karşılaştırmalarında ‘Tukey çoklu karşılaştırma testi’ kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p<0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir (Tablo 4-3), (Tablo 4-4), (Şekil 4-3).

Tablo 4-3: Deneş gruplarında kullanılan kök kanal sealerlarının dişlerin kırılma dayanımına etki değeri ve standart sapmaları

	EndoSequence BC Sealer	Active GP	Meta SEAL	AH Plus (Kontrol sealer)	Kontrol 2 (Kemomekanik şekillendirme)	Kontrol 1 (intakt)	*F	p
Ca(OH)2 (+)	978,65±293,85	1107,06±213,78	1050,49±199,11	1032,28±228,67	875,21±222,25	1116,33±287,61	2,72	0,023
Taper 2								
Ca(OH)2 (-)	980,06±195,47	1176,93±325,29	965,79±245,78	935,38±153,76	897,16±152,14	1116,33±287,61	4,33	0,001
Ca(OH)2 (+)	1109,9±192,2	1049,46±215,01	1170,79±216,24	1048,98±222,57	900,76±186,07	1116,33±287,61	3,50	0,006
Taper 4								
Ca(OH)2 (-)	992,16±221,69	1091,67±179,02	1081,01±269,24	991,65±215,99	902,56±156,79	1116,33±287,61	2,57	0,03

* Tek yönlü varyans analizi

Tablo 4-4: Deneş gruplarında kullanılan kök kanal materyallerinin kırılma dayanıma etkisinin Tukey çoklu karşılaştırma testi

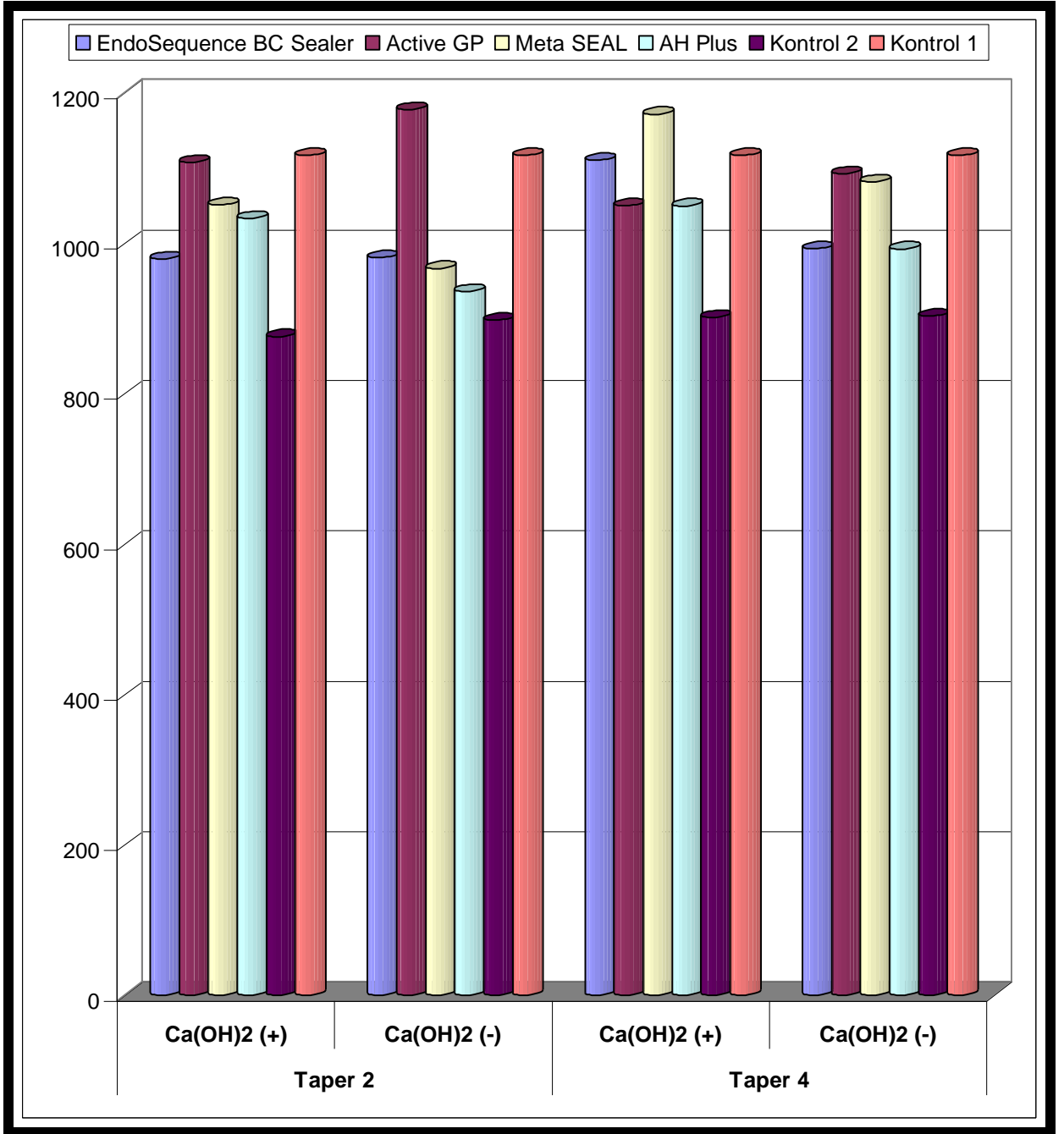
Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Taper 2		Taper 4	
	Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂
	(+)	(-)	(+)	(-)
EndoSequence BC Sealer / Active GP	0,556	0,096	0,955	0,733
EndoSequence BC Sealer / Meta SEAL	0,937	0,999	0,954	0,816
EndoSequence BC Sealer / AH Plus	0,982	0,991	0,954	0,999
EndoSequence BC Sealer / Kontrol 2	0,761	0,876	0,041	0,810
EndoSequence BC Sealer / Kontrol 1(intakt)	0,478	0,453	0,999	0,512
Active GP / Meta SEAL	0,977	0,06	0,518	0,999
Active GP / AH Plus	0,926	0,019	0,999	0,729
Active GP / Kontrol 2	0,037	0,004	0,288	0,046
Active GP / Kontrol 1(intakt)	0,999	0,965	0,932	0,999
Meta SEAL / AH Plus	0,999	0,999	0,514	0,812
Meta SEAL / Kontrol 2	0,213	0,941	0,003	0,135
Meta SEAL / Kontrol 1(intakt)	0,956	0,339	0,971	0,996
AH Plus / Kontrol 2	0,327	0,996	0,291	0,814
AH Plus / Kontrol 1(intakt)	0,884	0,156	0,93	0,508
Kontrol 1 (intakt)/ Kontrol 2	0,026	0,045	0,032	0,04

Taper 2 Ca(OH)₂ (+) EndoSequence BC Sealer, Active GP, MetaSEAL, AH Plus, Kontrol 2 ve Kontrol 1 gruplarının Max Force ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p=0,023), (p<0,05), (Tablo 4-3). Kontrol 2 grubunun Max Force ortalamaları Active GP ve Kontrol 1 gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,037), (p=0,026), (p<0,05). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 4-4).

Taper 2 Ca(OH)₂ (-) EndoSequence BC Sealer, Active GP, MetaSEAL, AH Plus, Kontrol 2 ve Kontrol 1 gruplarının Max Force ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p=0,001), (p<0,05), (Tablo 4-3). Kontrol 2 grubunun Max Force ortalamaları Active GP ve Kontrol 1 gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,004), (p=0,045), (p<0,05). Active GP grubunun Max Force ortalamaları AH Plus grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0,019), (p<0,05). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 4-4).

Taper 4 Ca(OH)₂ (+) EndoSequence BC Sealer, Active GP, MetaSEAL, AH Plus, Kontrol 2 ve Kontrol 1 gruplarının Max Force ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p=0,006), (p<0,05), (Tablo 4-3). Kontrol 2 grubunun Max Force ortalamaları EndoSequence BC Sealer, MetaSEAL ve Kontrol 1 gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,041), (p=0,003), (p=0,032), (p<0,05). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 4-4).

Taper 4 Ca(OH)₂ (-) EndoSequence BC Sealer, Active GP, MetaSEAL, AH Plus, Kontrol 2 ve Kontrol 1 gruplarının Max Force ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p=0,03), (p<0,05), (Tablo 4-3). Kontrol 2 grubunun Max Force ortalamaları Active GP ve Kontrol 1 gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,046), (p=0,04), (p<0,05). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05), (Tablo 4-4).



Şekil 4-3: Deney gruplarında kullanılan kök kanal sealerlerinin dişlerin kırılma dayanımına etki oranlarının dağılımı

5. TARTIŞMA

Genel olarak kabul edildiği gibi endodontik olarak tedavi edilen dişlerin kırılma dayanımları, kalan sağlam dentin miktarıyla ilişkili olarak, vital dişlere oranla daha azdır (Rosen 1961, Zandbiglari ve ark. 2006). Temel etkenler; diş yapısındaki kayıp, dentinin fiziksel özelliklerindeki değişiklikler ve pulpa dokusunun yokluğuna bağlı olarak profriyosepsiyon/ nosisepsiyonun (A delta ve C liflerine bağlı özelleşmiş alıcılar tarafından dokulardaki hasarın saptanmasıdır.) değişimi şeklinde 3 ana başlıkta incelenebilmektedir (Gutman 1992, Gulabivala 1995). Bu faktörlerin olası kümülatif etkileşimiyle birlikte dişlerin yüklenmesi ve stres dağılımı etkilenmekte ve yıkıcı etkiler artmaktadır.

Diş yapısının kaybı, dentinin kuvvetler karşısındaki direncini ve elastikliğini azaltarak kırılma dayanımını azaltmaktadır. Klinik çalışmalar da bu fikirleri destekler niteliktedir (Cavel ve ark. 1985, Hansen ve ark. 1990). Khera ve ark. (1990) kavite preparasyonu sırasında dişlerin marjinal sırtlarının bozulması, kavitenin genişliği ve derinliği ile birlikte dişlerin anatomik özelliklerinin, dişlerin zayıflamasında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında fazla miktarda kuronal şekillendirme yapılması da kırılma dayanımını azaltıcı etkiye neden olmaktadır (Hansen ve Asmussen 1993).

Kök kanal irrigasyonu, kalsiyum hidroksit medikasyonu ve kullanılan materyaller dentinin fiziksel ve mekanik özelliklerini değiştirmektedir. Örneğin, Sodyum Hipoklorit (NaOCI) antibakteriyel ve organik doku çözücü etkisiyle yaygın olarak kullanılan kök kanal irrigasyon solüsyonudur. Mineralize bir bağ dokusu olan dentinin % 22' sini organik materyaller oluşturmaktadır ve NaOCI etkinliğiyle dentinin dayanımını ve elastikiyetini azaltmaktadır (Sakae ve ark. 1988, Barbosa ve ark. 1994, Haikel ve ark. 1994). Dentinin esneme dayanımı, yapısındaki hidroksiapatit ve kollajen fibrillerin bağlantılarıyla ilişkilidir. Dentinin organik matrisindeki fosfat ve karboksilat grupları, hidroksiapatit ve kollajen fibriller arasında bonding ajanları gibi bağlayıcı işlev görmektedirler. Kanal medikasyonunda kullanılan kalsiyum hidroksit yüksek alkalitesi ile bu asidik komponentlerin yapılarını bozarak, çözerek veya nötralize ederek dentinin yapısını zayıflatmaktadır (Grigoratos ve ark. 2001, Andreasen ve ark. 2002). Öjenol

içerikli kanal sealerları intrakanal dentini sertleştirirken (Biven ve ark. 1972), kloroform, ksilen ve halotan dentini yumuşatmaktadır (Rotstein ve ark. 1999).

5.1. Çalışmada Kullanılan Materyal ve Metotlar Üzerindeki Tartışmalar

Vaka raporlarından ve protetik tedavisi yapılan hastaların kontrol seanslarından elde edilen verilere göre farklı populasyonlarda, kanal tedavili dişlerde, 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). Klinik olarak endodontik tedavi görmüş dişlerde dikey kök kırığı en çok mandibular kesicilerde daha sonra mandibular molarların mezial köklerinde görülmektedir (Lertchirakarn ve ark. 1999).

5.1.1. Çalışmada Kullanılan Diş Tipi ve Sayısı

Çalışmamızda 420 adet, periodontal nedenlerle çekilmiş, sürekli alt ön keser dişlerin kullanılmasının nedenleri şunlardır;

- Ağızdaki en küçük hacimli diş tipi olmaları nedeniyle, standart genişletme yapılan alt keser dişlerin kanal tedavisi işlemlerinin, bu dişlerde, diğer diş tiplerine kıyasla, daha fazla kırılma olasılığının bulunması,
- Standart şekil ve hacimde ağızda bulunan tek tip diş grubunu oluşturmaları ve bu özellikleri nedeniyle, alt ön keser dişlerin kırılma dayanımları açısından benzer ortalamalar gösterme ihtimali,
- Birbirinin benzeri iki diş olmaları nedeniyle, çalışma amacıyla toplanmaları en uygun dişler olmaları,
- Kırılma çalışmalarında kullanılan çekilmiş dişlerin mikrosertlik ve dentinin fiziksel özelliklerinin çürük, restoratif işlemler, kanal tedavisi ve periodontal problemler gibi etyolojik faktörlerden etkilenmesi olasıdır. Bu nedenle çalışmamızda sadece periodontal harabiyet nedeniyle çekilmiş alt ön keser dişler

kullanılmış bu anlamda sayılan etyolojik faktörlerin diş kırılma dayanımına etkisi açısından bir standardizasyon sağlanması düşünülmüştür.

- İstatistiksel analiz yapılırken dağılımın özelliği önemlidir çünkü parametrik testlerin uygulanabilmesi için dağılımın normal ya da normale yakın olması gerekmektedir. Gruplardaki örnek sayısı arttıkça kullanılan istatistiksel testin gücü ve güvenilirliği artmaktadır. Gruplardaki örnek sayısı fazla ise verilerin normal dağılıma uyma ihtimali ve dolayısıyla parametrik test kullanma şansı artmaktadır (Erdoğan, 2004). Bu nedenlerle, çalışmamızda kullandığımız 420 diş, n=20 örnekle 21 gruba ayrılmıştır.

Dikey kök kırıklarına dayanımın incelendiği araştırmalarda; Apicella ve ark. (1999), Teixeira ve ark. (2004) üst ve alt tek köklü kanin, premolar ve üst kesicileri, Trope ve Ray (1992) üst ve alt kaninleri, Monteiro ve ark. (2011) üst ve alt premolarları, Zandbiglari ve ark. (2006), Schäfer ve ark. (2007) alt kaninleri, Lam ve ark. (2005) alt molarların mesio-bukkal köklerini, Ghoneim ve ark. (2011) alt premolarları, Lertchirakarn ve ark. (2002) alt ön kesicileri kullanmışlardır.

Obermayr ve ark. (1991) ve Lertchirakarn ve ark (2002), aynı deney gruplarında kullanılan dişlerin, kök kanal anatomi ve morfolojilerindeki çeşitliliklerin, kırılma dayanım değerlerini etkileyeceğini belirtmişlerdir.

Farklı diş tiplerinden oluşturulan deneysel gruplarla yapılan/ yapılacak kırılma testi çalışmalarında “dentinin mineral içerik farklılıkları, kanal anatomilerinin çeşitliliği, kalsifikasyon farklılıkları, kök yüzeyindeki gelişim olukları ve kanal duvarlarının kalınlığı” gibi çeşitli nedenler kırılma dayanımına ait fiziksel değerleri/bulguları etkileyebilir. Bu nedenlerle, çalışmamızda standardizasyonu sağlayabilmek amacıyla sadece alt ön keser dişler kullanılmıştır.

In vitro çalışmalarda genellikle sayı yetersizliği nedeniyle dişlerin çekimden sonra hemen kullanılmaması, bu dişlerin çalışma süresine kadar bir saklama solüsyonu içerisinde bekletilmelerini zorunlu kılmış ve bu amaçla çeşitli solüsyonlar kullanılmıştır. Çekilmiş dişlerin bekletildiği saklama solüsyonları, hem dişlerin bozulmadan kalmasını sağlayabilmeli hem de dişlerden gelişebilecek enfeksiyon riskini önleyebilecek özelliğe sahip olmalıdır (Gökay ve ark. 1998). Dişlerin kırılma dayanımı ile ilgili yapılan *in vitro* çalışmalarda dişlerin bekletilmesi amacıyla en sık kullanılmış olan solüsyonlar: serum fizyolojik veya distile su (Zandbiglari ve ark. 2006, Andreasen ve ark. 2006, Sagsen ve

ark. 2007, Ulusoy ve ark. 2007, Ribeiro ve ark. 2007, Karapınar Kazandag ve ark. 2009, Lertchirakarn ve ark. 2002), % 1'lik kloramin-T (Andreasen ve ark. 2001, Jainan ve ark. 2009, Rosenberg ve ark. 2006), % 0.2 sodyum azid (Apicella ve ark. 1999, Johnson ve ark. 2000, Shäfer ve ark. 2007, Teixeira ve ark. 2004), % 10 formalin (Lawley ve ark. 2004, Monteiro ve ark. 2011) solüsyonlarıdır. Çalışmamızda yer alan parametreler için referans olarak alınan çalışmalarda sıklıkla serum fizyolojik solüsyonunun kullanılması ve dişlerin dehidratasyonun bu şekilde engellenebilmesi, ayrıca çalışmamızda bakteri konulu bir parametre bulunmaması nedeniyle, kullandığımız çekilmiş insan dişlerinin serum fizyolojik solüsyonunda bekletilmesi tercih edilmiş ve solüsyon her hafta yenilenmiştir.

5.1.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi; NiTi Döner Alet Kullanımı

Çalışmamızda NiTi döner alet sistemi olan RaCe kullanılarak, üretici firmanın önerileri doğrultusunda, dişlerin kural $\frac{1}{3}$ şekillendirmeleri .06/30, apikal şekillendirmeleri ise, 400 adet dişin yarısında (n=200), .02/30 diğer yarısında (n=200) ise .04/30 NiTi döner aletler ile *crown-down* yöntemi kullanılarak bitirilmiştir.

Çalışmamızda kök kanallarının şekillendirilmesinde NiTi döner aletlerin kullanılmasının nedenleri:

- Son yıllarda endodonti alanında NiTi döner ege sistemlerinin kök kanallarının şekillendirilmesinde kullanımının yaygınlaşması nedeniyle bu çalışmada NiTi döner aletler ile çalışılmıştır.
- Ayrıca NiTi döner aletler ile yapılan kanal şekillendirme işlemleri sırasında; apikal transportasyon, çalışma boyunda kısılma, çentik ve alet kırığı oluşumu gibi komplikasyonların daha az görülmesi de bu çalışmada NiTi döner aletlerin kullanılması için ikinci bir tercih nedenini oluşturmuştur.
- Bu çalışmada; .02 ve .04 taper NiTi döner aletler ile apikalde MAF 30 numarada çalışılmıştır. .06 ve daha büyük taperli aletler ile çalışma yapılmamıştır. Bunun nedeni .06 ve daha büyük taperli aletler ile alt keser dişlerde çalışılması durumunda dişlerde kırılabilirliği bariz bir şekilde arttıracağıının ön görülmesidir.

NiTi döner eğeler *crown-down* yöntemiyle kullanılmaktadır ve bu şekillendirmenin *step-back* tekniğine eşit ya da daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Ahlquist ve ark. 2001, Mikrogerorgis ve ark. 2006). Yapılan çalışmalarda, bu sistemlerin geleneksel yöntemlere göre, kök kanallarında daha etkin bir şekillendirme sağlaması, dar ve eğri kanallarda transportasyon riskini azaltması, kök kanalının merkezinde kalınması, çalışma süresini kısaltması, hem hasta hem de hekim için çalışma kolaylığı sağlaması gibi avantajlarının bulunduğu bildirilmiştir (Glossen ve ark. 1995, Short ve ark. 1997). Gelişen teknolojinin bir sonucu olarak, esnekliklerinin artmasıyla birlikte, NiTi döner eğelerin kırılma oranı azalmış, kesme etkinliği artmıştır (Kurtzman 2007, ElAyouti ve ark. 2008).

Yukarıda belirtildiği gibi çalışmamızda .02 ve .04, 30 numaralı eğeler ile apikal şekillendirme tamamlanmıştır. Günümüzde NiTi döner alet sistemleri 0.02- 0.12 taper aralığına ve farklı dizaynlara sahiptirler. Büyük taperlı eğelerin ortaya çıkması, klinisyenlerin doldurulması kolay hale gelen kök kanal şekilleri ortaya çıkarmalarına olanak vermiştir. Minimal apikal genişlik ölçüsü ile yapılan taperlı şekillendirme, maksimum apikal örtücülük sağlanması ve apikal yıkama etkinliğinin artmasına olanak sağlamaktadır (Coldero ve ark. 2002).

Klinikte kullanılan döner aletlerin dizaynına ve dentin duvarıyla temas alanlarındaki stres dağılımlarına bağlı olarak, kök kanallarının şekli ve çapı değişmektedir. Şekillendirme süresince, dentin duvarları ve alet arasındaki temas yüzeyleri boyunca kök kanallarının preparasyonu tamamlanmaktadır. Bununla beraber büyük taperlı eğelerle yapılan genişletme işlemleri, dişlerde fazla madde kaldırılmasına ve aynı zamanda kullanılan aletlerin kesit ve eksen özelliklerine bağlı olarak, dentin duvarıyla temas ettikleri bölgelerde oluşturdukları baskı ve gerilimlerin yoğunluğu da kök yüzeyinde çatlak hatlarına ve parsiyel veya tamamlanmış kırık gibi dentin defektleri oluşumuna neden olabilmektedir (Shemesh ve ark. 2009). Bier ve ark. (2009), torku yüksek, NiTi döner aletler ile preparasyonun el aletlerine oranla dentin defektlerini anlamlı oranda arttırdığını belirtmişlerdir.

Kim ve ark. (2010), NiTi döner aletlerin dizaynı ile dikey kök kırığı arasındaki bağlantıdan söz etmişler ve alet dizaynının ve yapısal özelliklerinin dentinde temas ettiği alanlardaki stres dağılımlarıyla, kanal şekillendirmesi sırasında, apikal stres ve gerilim konsantrasyonlarının etkilendiğini ve dentinde defektlere, kanal deviasyonlarına

ve streslerin yoğunlaştığı alanlarda artan şekillendirmeye beraber ince dentin yüzeylerinin kalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Dentinin incelendiği bölgeler, kök yapısının zayıflamasına ve apikal kök kırığı riskinin artmasına neden olmaktadır. Dikey kök kırıklarının oluşmasında, kanal şekillendirilmesi yapılan diş tipi de, önemli etkenlerden biridir. Lertchirakarn ve ark. (2003), endodontik tedavide preparasyon miktarı arttıkça dentin kalınlığındaki azalma nedeniyle kırılmaya direncin azalacağını ve bu nedenle küçük hacimli dişlerde, aşırı preparasyondan kaçınmak gerektiğini bildirmişlerdir.

Zandbiglari ve ark. (2006), şekillendirmede kullanılan arttırılmış taper miktarının, etkin kemomekanik dezenfeksiyon ve kanal dolgusunun yapılabilmesine olanak sağlasa da, kalan sağlam dentin miktarındaki azalma ile dişlerin kırılma dayanımlarını anlamlı oranda azalttığını bildirmişlerdir.

ISO standartlarındaki aletlerle şekillendirmede apikal genişlik olabildiğince arttırılarak irrigasyon solüsyonlarının kritik 3 mm.'lik apikal bölgedeki etkinliğinin arttırılması ve mikrobiyal popülasyonun azaltılması hedeflenirken, NiTi döner alet sistemleriyle şekillendirmede apikal preparasyon olabildiğince dar tamamlanmakta ve kök kanal taperı arttırılmaktadır. Artan taper miktarı irrigasyon solüsyonları için rezervuar görevi görürken, kanal duvarlarından fazla oranda dentin kaldırılmasına neden olmaktadır (Buchanan 2000).

Arvaniti ve Khabbaz (2011), apikal şekillendirmede kullanılan artan taper miktarının kemomekanik dezenfeksiyon üzerindeki etkinliklerini inceledikleri çalışmalarında 45 adet alt keser diş kullanmışlardır. Kök kanallarının şekillendirilmesi GT döner alet sistemiyle yapılmış ve apikal şekillendirme .04- .06- .08 taper ve MAF 30 şeklinde bitirilmiştir. Araştırmacılar taper miktarındaki artışla, kaldırılan debris miktarı ve uygulanan irrigasyon solüsyonlarının etkinliği arasında anlamlı bir fark bulamamışlar ve etkin bir kemomekanik preparasyonda taper etkinliğinin, yalnızca apikal şekillendirmede kullanılan son aletin 30 numaradan küçük olduğu durumlarda oluştuğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmaya paralel olarak Albrecht ve ark. (2004), kök kanallarının şekillendirmesinin Profile GT döner alet sistemi ile yaptıkları çalışmalarında dişlerin apikal şekillendirmelerini .04-.06-.08 taper ve MAF 20 ve 40 numara ile tamamlamışlardır. Araştırmacılar taper miktarındaki artışla debris kaldırmadaki etkinliğin MAF 20 numarada arttığını ancak MAF 40 numara ile

şekillendirilen kanalların taper miktarına bakılmaksızın MAF 20 ile şekillendirilen kanallardan anlamlı oranda daha etkin temizlediğini belirtmişler ve kök kanallarının etkin bir şekilde temizlenmesindeki ana etkenin, apikal şekillendirmenin yapıldığı son eğenin büyüklüğü olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda NiTi döner alet olarak RaCe sistemi kullanılmıştır. Endodontik aletlerin kesici bıçaklarının kesme açısı, eğelerin kesiciliğini ve temizleme etkinliğini etkileyen faktörlerdendir. Pozitif kesme açısına sahip aletler, kök kanal duvarlarında kazıma şeklinde temizleme yapan nötral ve negatif kesme açısına sahip aletlerden daha etkili bir şekilde kesme işlemini gerçekleştirmektedir (Kum ve ark. 2006).

Çalışmamızda kullandığımız RaCe sisteminde, üçgen kesit, keskin ve alternatif kesici kenarlarla kombine edilmiştir. Alternatif kesici kenarlar, aletin kanalda sıkışarak yetersiz tork kuvvetiyle çalışmasını engellerken, pozitif kesim açısına sahip kesici kenarlar optimum kesme etkinliği sağlamaktadır. Üçgen kesit ile alternatif kesici kenarların kombine kullanımı, şekillendirme sırasında debrisin etkin bir şekilde kanaldan uzaklaştırılması sağlanmakta ve kesici olmayan uç kısmı aletin kanal içerisinde güvenle ilerlemesiyle olası perforasyon risklerini ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca FKG RaCe sisteminde “elektro-kimyasal cilalama” işlemi yapılarak pürüzsüz bir yüzey elde edilmiştir ve böylece kanal aletleri, bükülme ve metal yorgunluğuna karşı daha dirençli hale getirilmiştir (Baumann 2005).

Endodontik tedavi süresince, kök kanalları şekillendirilirken; diş tipi, kanal duvarlarının kalınlığı ve kök kanal çapı ve kesit şekli, kök kanal preparasyonunda kullanılan aletler ve şekillendirme metotları, apikal şekillendirmede kullanılan son eğenin ölçüsü ve taperı dişlerin kırılma dayanımını etkilemektedir (Tang ve ark. 2010).

Çalışmamızda, şekillendirme sonrası mümkün olduğunca standart bir kök kanal genişliği ve şekli elde edebilmek için, dişler, .02 ve .04 taper açılı NiTi döner ege sistemiyle, üretici firma önerisi doğrultusunda, *crowndown* tekniği kullanılarak şekillendirilmiştir. Alt çene keser dişlerin, enine kesitte labio-lingual olarak meziobukkal kesite oranla daha geniş olduğu bilinmektedir ve kuronal bölgede oval bir yapı gösterirken orta üçlüde yuvarlak bir form almaktadır. Şekillendirme sırasında oval kanallarda, labial ve lingual duvarlar ile servikal ve orta üçlüde stres artışı gözlemlenirken, yuvarlak kanallarda stres azdır ve uniform dağılmaktadır ancak oval kanal formundan yuvarlak forma geçiş bölgesinde internal stresler %15 oranında azalsa

da, proksimal dentin incelmektedir ve bu nedenle şekillendirme sonrasında kırılma dayanımını azaltıcı etki göstermektedir (Versluis ve ark. 2006). Çalışmamızda kullandığımız alt ön keser dişlerin küçük hacimde olması nedeniyle apikal şekillendirmede .06' lı taperlı eğeler kullanılmamıştır.

Çalışmamızda MAF hem .02 hem de .04 taper için 30 numara olmuştur. Günümüze dek yapılan pek çok çalışmada kök kanal temizleme ve şekillendirme işlemlerinde MAF büyüklüğü için çeşitli görüşler öne sürülmüştür. Haga (1968), kanala pasif olarak adapte olan ilk eğeden (IAF) 2 numara daha büyük eğe ile tamamlanacak bir kanal preparasyonunun yetersiz olacağını göstermiştir. Gutiérrez ve Garcia (1968) ise kök kanalının çapının kullanılacak alet çapından daha büyük olması halinde, temizleme işleminin yetersiz kalacağını, bu nedenle de kök kanal çapının enstrumantasyon öncesi mutlaka ölçülmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Walton (1976), bir histolojik çalışmada, IAF' den 3 numara daha büyük eğeye kadar şekillendirilen kanalda tam bir temizleme meydana gelmediğini bildirmiştir. Tan ve Messer (2002) ise, *in vitro* bir çalışmada paslanmaz çelik alet ve NiTi döner aletler kullanarak kök kanal boşluğunda kalan pulpa artıkları ve debris kalıntılarını, alınan kesitlerde ışık mikroskobu kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuçta iki sistemin de kök kanalını temizlemede tamamıyla etkin olmadığı sonucuna varmışlardır. Siqueira ve ark. (1997) ise, 5 farklı enstrumantasyon tekniği kullanarak kök kanalının (apikal bölümünün) temizliğini histolojik olarak değerlendirmişlerdir. Hiçbir tekniğin tamamıyla kök kanalından debris uzaklaştırılmasını sağlayamadığını ve bunun kök kanal anatomisindeki varyasyonlara bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Yapılan klinik çalışmalarda, Strindberg (1956) apikal preparasyon ölçüsünün arttırıldığı durumlarda kanal tedavisinin başarısının azaldığını rapor etmişlerdir. Hoskinson ve ark. (2002) küçük apikal preparasyonların (ISO 20-30), apikal genişliğin arttırıldığı (ISO 35-90) şekillendirmelerden %77 oranında daha başarılı sonuçlandığını saptamışlardır. Ng ve ark. (2008) ise apikal kanal preparasyonunda kullanılan MAF' ın tedavinin sonucu üzerindeki etkinliğini inceleyen çalışmalarında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamamış ve apikal şekillendirmenin MAF 30 olarak bitirilmesinin uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Dikey kök kırıklarına dayanımın incelendiği araştırmalarda kullanılan şekillendirme sistemleri ve seçilen MAF numaraları farklılık göstermektedir.

Çalışmalarda; Apicella ve ark. (1999) balanced force tekniği ile MAF 50 numara, Teixeira ve ark. (2004) balanced force tekniği ile MAF 40 numara, Schäfer ve ark. (2007) System GT .04, çelik el aletleri ve MAF 40 numara, Kim ve ark. (2010) ProFile .06 taper, ProTaper Universal F3 ve LightSpeed LSX sistemleri ve MAF 30 numara, Ghoneim ve ark. (2011) EndoSequence .06 taper ve MAF 40 numara, Monteiro ve ark. (2011) ProTaper Universal F3 ve MAF 30 numara ve Lertchirakarn ve ark. (2002) K-flex çelik el aletleri ve MAF 30 numara şeklinde kök kanal şekillendirmeleri tamamlanmıştır.

Guelzow ve ark. (2005), 6 farklı NiTi föner alet sistemi ve el aletleri ile kök kanallarındaki şekillendirme etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında, standart bir protokol uygulayarak bütün yöntemlerde apikal şekillendirmeyi 30 numarada tamamlamışlardır. Lertchirakarn ve ark. (2002) alt keser dişleri kullandıkları kırılma dayanımı çalışmalarında, dişlerin apikal şekillendirmeleri MAF 30 numara olacak şekilde hazırlanmıştır.

Bu bilgiler göz önüne alınarak çalışmamızda alt keser dişlerin apikal genişlikleri 30 numara olacak şekilde preparasyon tamamlanmıştır.

5.1.3. Kök Kanal Medikasyonu

Çalışmamızda kullanılan dişlerin 200 adedinde, toplam 10 grupta (grup 1-2-5-6-9-10-15-16-17-18) 7 gün süresince kanal içi medikamanı olarak kalsiyum hidroksit kullanılmıştır. Kalsiyum hidroksit tozu, distile su ile pat haline gelinceye kadar karıştırılmış ve kanallara mikromotor ve 30 numara lentülo yardımı ile, Ca(OH)₂ patı apikalden taşana kadar gönderilmiştir. Lentülo kanaldan çıkartılırken sürekli dönme hareketi korunmuştur. Medikamentin kondansasyonu kağıt kon veya *paper-point* ve *plugger* yardımıyla yapılmıştır (Teixeira ve ark. 2005, Balvedi ve ark. 2010). Kuronal kısımlar 2 mm kalınlığında geçici dolgu maddesi ile kapatılmıştır.

Tedavi seanslarında kök kanal medikamenti uygulamanın kök kanal sisteminde mikroorganizmaların sayısında azalma sağlayıp sağlayamayacağı tartışma konusudur. Behnen ve ark. (2001), mekanik preperasyon ve sodyum hipoklorit ile irrigasyonu takiben 1-3 haftalık kalsiyum hidroksit uygulamasının yalnızca mekanik preperasyon ve

irrigasyondan daha başarılı bir kök kanalı dezenfeksiyonu sağladığını bildirmişlerdir. Byström ve ark. (1985), kök kanalından bakterilerin eliminasyonu için kanal içi örtülemeye kalsiyum hidroksit'in bir ay kadar kalması gerektiğini savunurlarken, Sjögren ve ark. (1991), inatçı kök kanal florasının örtülenmesinde 7 günlük sürecin oldukça etkin olduğunu bildirmişlerdir. Sjögren ve ark. (1991)' larının bu çalışmadan elde ettikleri sonuçlar endodonti kliniğinde yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Çalışmamızda Sjögren ve ark.'larının çalışmalarının sonuçları ışığında kalsiyum hidroksit-distile su karışımı kanallarda 7 gün süresince bekletilmiştir.

Bakterilerin sitoplazmik membranındaki enzimlerin aktivasyonunu engelleyen iyonların salınımı için kök kanalına medikamentleri süspansiyon halinde uygulamak gerekmektedir. (Siqueira ve Uzeda 1998).

Kalsiyum hidroksit patı araştırmacıların tercihinine göre farklı şekillerde hazırlanabilir. Günümüze kadar kalsiyum hidroksit: kafurlu paraklorfenol (CMCP) (Frank 1966, Leonardo ve ark. 1993), metilsellüloz, Ringer solüsyonu (Cvek 1972), Cresatin, salin, distile su, anestezi solüsyon ve magnezyum hidroksit ile karıştırılarak kullanılmıştır. Ancak, kalsiyum hidroksit'in kendi antibakteriyel özelliklerinin yeterli olduğu, başka bir antiseptik ajanla karıştırmaya gerek olmadığı konusunda fikir birliğine varılmıştır (Alaçam 2000).

Çalışmamızda, kalsiyum hidroksit distile su ile 1:1.5 oranında karıştırılarak hazırlanmıştır (Rosenberg ve ark. 2006, Balvedi ve ark. 2010) ve kanallara mikromotor ve 30 numara lentülo yardımı ile, medikament apikalden taşana kadar gönderilmiştir. Lentülo kanaldan çıkartılırken sürekli dönme hareketi korunmuştur. Medikamentin kondansasyonu kağıt kon veya *paper-point* ve *plugger* yardımıyla yapılmıştır (Teixeira ve ark. 2005, Balvedi ve ark. 2010). Kuronal kısımlar 2 mm kalınlığında geçici dolgu maddesi ile kapatılmış ve %100 nemli ortamda 37°C' de 7 gün inkübe edilmiştir.

Kalsiyum hidroksit'in kanal dolgu materyallerinin örtücülüklerini olumsuz etkilediği ve mikrosızıntı oluşumuna neden olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Porkaew ve ark. 1990, Margelos ve ark. 1997, Çalışkan ve ark. 1998, Çalt ve Serper 1999, Chung ve ark. 2001, Kim ve Kim 2002, Wuerch ve ark. 2004). İntrakanal medikament olarak kalsiyum hidroksit süspansiyonlarının kullanıldığı durumlarda, kanal dolgusunun yapılmasından önce medikamentin kök kanallarından etkin bir şekilde uzaklaştırılması gerekmektedir. Rezidüel kalsiyum hidroksit, sealerların dentinal

tübüllere penetrasyonunu ve dentine bağlanma dayanımlarını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca kalsiyum hidroksit mekanik olarak dentin tübüllerine itildiğinde tübül ağzlarını tıkayarak dentinin permeabilitesinde azalmaya da yol açabilmektedir (Nandini ve ark. 2006). Kalsiyum hidroksit kalıntıları ile kimyasal etkileşime giren kök kanal sealerlerinin film kalınlıkları artmakta, akıcılıkları ve çalışma zamanları kısalmaktadır. Likit içeren rezidüel kalsiyum hidroksit, kök kanal dolgusunun yapılmasından sonra apikal sızıntı oluşumuna da neden olabilmektedir (Hosoya ve ark. 2004).

Kalsiyum hidroksitin kök kanallarından elimine edilmesi için tavsiye edilen metot, MAF ve bol irrigasyon eşliğinde şekillendirme yapılmasıdır (Lambrianidis ve ark. 1999,2006). Ancak konvansiyonel irrigasyon sistemi kullanıldığında, kalsiyum hidroksit kalıntılarının, kök kanal sisteminde, apikal bölgedeki deltalar ve yan kanallarda kalabileceği rapor edilmiştir (Van Der Sluis ve ark. 2007). Lee ve ark. (2004), kök kanallarındaki debrisin kaldırılmasında pasif ultrasonik irrigasyonu konvansiyonel teknikten daha etkin olduğunu bildirmişler, Balvedi ve ark. (2010) ise medikamentin temizlenmesinde pasif ultrasonik irrigasyon ile enjeksiyon tekniği arasında, etkinlik açısından fark olmadığını ve dikkate değer miktarlarda kalsiyum hidroksit artıklarının apikal 1/3' te temizlenemediğini rapor etmişlerdir (Nandini ve ark. 2006). Çalt ve Serper (1999) sadece % 5'lik NaOCl ile yıkanan kanallarda kalsiyum hidroksitin tam olarak uzaklaştırılmadığını, ancak %17'lik EDTA ve %5'lik NaOCl ile yıkanan kanallarda kalsiyum hidroksitin tam olarak uzaklaştırıldığını ve sealerlerin dentin tübüllerine penetre olabildiklerini göstermişlerdir. Margelos ve ark. (1997), EDTA+NaOCl irrigasyonunun kalsiyum hidroksiti kök kanallarından tam olarak temizlenese de en etkili uzaklaştırıcı kombinasyon olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun sebebinin, EDTA' nın kalsiyum hidroksit içerisindeki Ca^{+2} iyonları ile şelat bağları oluşturması ve NaOCl' in de bu yapıyı kolaylıkla uzaklaştırma etkisinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bu nedenlerle çalışmamızda, kalsiyum hidroksit patı kullanılan gruplarda, daimi kanal dolgusu öncesi, patın kanaldan uzaklaştırılmasında, apikal genişletmenin yapıldığı son döner aletle birlikte irrigasyon için %17'lik EDTA ve bunu takiben %5'lik NaOCl kullanılması tercih edilmiştir (Kenee DM ve ark. 2006).

5.1.4. Kök Kanal İrrigasyonu

Çalışmamızda şekillendirme işlemi sırasında her kanal aleti değişiminde, kök kanallarına uygulanan Glyde (sıvı bir solüsyon içerisindeki %15 EDTA ve %10 üre peroksitten oluşmaktadır.) ve 2 ml %5' lik NaOCI solüsyonunun yanı sıra; şekillendirme işleminin bitimini takiben son yıkama amacıyla kök kanallarına, 30 gauge'lık endodontik irrigasyon iğnesi yardımıyla, 10 ml %5 NaOCI ve 10 ml %17 EDTA solüsyonu 1 dk süre ile uygulanmıştır. Daha sonra kök kanalları 10 ml distile su ile yıkanmıştır (Apicella ve ark. 1999, Schäfer ve ark. 2007).

Çalışmamızda, endodonti kliniklerinde yaygın olarak kullanılan şırınga ile irrigasyon tekniğini uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar dikkate alınarak, irrigasyon sırasında 30 gauge'lık endodontik irrigasyon iğnesinin kullanılması tercih edilmiştir (Çobankara ve ark. 2002, Johnson ve ark. 2000, Zandbiglari ve ark. 2006).

Enjektör ile irrigasyon; yaygın olarak kullanılan ve irrigasyon solüsyonunun enjektörler yardımıyla kanallara taşındığı bir yöntemdir (Gu ve ark. 2009). Enjektör ile yapılan irrigasyonunun en önemli avantajı, kanala yerleştirilen iğnenin konumunun ve kullanılan irrigasyon solüsyon miktarının kontrol edilebilmesidir (Van der Sluis ve ark. 2006). Klinikte uygulama sırasında enjektör iğnesinin kanal içerisinde serbest halde kalmasına çok dikkat edilmelidir. Bu sayede, özellikle ucu açık iğnelerin kullanımı sırasında, basınç kontrollü bir şekilde uygulanarak solüsyonun apikalden taşmasının önüne geçilebilmektedir (Gu ve ark. 2009).

Ultrasonik aletler kanalların şekillendirilmesinde kullanıldığı gibi irrigasyon işleminde NaOCI ve EDTA gibi çözeltilerin aktivasyonunu arttırmak amacıyla da kullanılabilir. Ultrasonik aktivasyonun irrigasyon işlemi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu ve irrigasyon solüsyonlarının yıkama etkinliğini arttırdığı gösterilmiştir (Griffiths ve Stock 1986, Alaçam 1987, Cameron 1988, Lee ve ark. 2004, Van der Sluis ve ark. 2007, Al-Jadaa ve ark. 2009). Bununla birlikte EDTA irrigasyonunun ultrasoniklerle desteklenmesinin şelatörün temizleme etkisini arttırmadığı bildirilmiştir (Ciucchi 1989, Abbott 1991). Buna neden olarak, meydana gelen vibrasyon sonucu oluşan ultrasonik dalgaların çalışma süresini kısaltarak EDTA'nın demineralizasyon etkisini azaltması gösterilmiştir (Abbott 1991).

İrrigasyon teknikleri ve sistemleri genel olarak değerlendirildiğinde, şırınga ile irrigasyon bu teknikler içerisinde en çok kullanılan (Gu ve ark. 2009) ve kırılma dayanımı ile ilgili *in vitro* çalışmalarda da sıklıkla tercih edilen bir irrigasyon yöntemi olmuştur (Lertchirakarn ve ark. 2002, Andreasen ve ark. 2006, Zanbiglari ve ark. 2006, Ribeiro ve ark. 2007, Sagsen ve ark. 2007, Ulusoy ve ark. 2007, Karapınar Kazandag ve ark. 2009). Hsieh ve ark. (2007), iğne çapı ile iğnenin apikal bölgeye olan uzaklığının şırınga irrigasyonuna etkisini değerlendirdikleri bir çalışmada; iğne kalınlığı ve iğnenin apikale olan uzaklığının azalmasının, solüsyonların apekse ulaşmasında olumlu etki yarattığını göstermişlerdir. Druttman ve Stock (1989), 23 (0,6mm), 25 (0,5mm) ve 30 (0,3mm) gauge'lık ucu açık irrigasyon iğnelerinin etkinliklerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, apikal 1/3 bölgede en iyi temizliği 30 gauge'lık irrigasyon iğnesinin sağladığını göstermişlerdir. Benzer bir çalışmada Shin ve ark. (2010) ise, 30 numaralı iğnenin 24 numaralı iğneye oranla apikal 1,5 mm ve 3,5 mm seviyesinde daha etkili temizlik sağladığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda smear tabakasının uzaklaştırılması ve bu şekilde kullanılan kanal sealerlerinin dentin tübüllerine penetrasyonlarının arttırılması amacıyla kök kanallarına 10 ml %5 NaOCl ve ardından 10 ml %17 EDTA solüsyonu, 30 gauge'lık endodontik irrigasyon iğnesi yardımıyla 1 dk süre ile uygulanmıştır.

Smear tabakasının uzaklaştırılmasında NaOCl solüsyonunun %1-6 konsantrasyonları ile EDTA'nın %15-17'lik konsantrasyonlarının birlikte kullanımı önerilmektedir (Teixeira ve ark. 2005). Literatürde bu solüsyonların uygulama süreleri 30 saniye ile 10 dakika arasında değişmektedir (Garberoglio ve Becce 1994).

Smear tabakasının kaldırılabilmesi amacıyla genel olarak tavsiye edilen metot, %17'lik EDTA'nın 1 dk boyunca kök kanal sistemine uygulanmasının ardından son irrigasyon olarak %5'lik NaOCl kullanımıdır (Yamada ve ark. 1983, Goldman ve ark. 1982, Johnson ve Noblett 2009).

Johnson ve Noblett (2009), smear tabakasının kaldırılabilmesi amacıyla %17'lik EDTA'nın 1 dk boyunca kök kanal sistemine uygulanmasının ardından son irrigasyon olarak NaOCl kullanımını tavsiye etmişlerdir. Buna neden olarak, EDTA'nın inorganik dokuları çözmesinin ardından ortamda kalan organik artıkların NaOCl ile çözülerek uzaklaştırılması gerektiği gösterilmiştir (Yamada ve ark. 1983, Pashley 1984, Torabinejad ve ark. 2002, Hülsmann ve ark. 2003, Johnson ve Noblett 2009, Violich ve

Chandler 2010). Yamada ve ark. (1983), bu konu ile ilgili yaptıkları bir çalışma sonucunda, 10 ml. % 17'lik EDTA ve 10 ml. % 5,25'lik NaOCl ile yapılan irrigasyonun hem organik hem de inorganik artıkların tamamen uzaklaştırılmasında son derece etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi esnasında dentini kaplayan; dentin parçaları, pulpa dokusu artıkları, odontoblastik uzantı, tükürük, kan hücreleri ve bakteri gibi organik bileşenler ve irrigasyon maddelerinin karışımı olan smear tabakasının kaldırılması tartışmalı olsa da, smear tabakası zayıf yapıştırıcı özelliğe sahiptir, geçirgen yapıdadır ve kısa zamanda parçalanıp dolgu maddesi ve kanal duvarı arasında boşluk oluşturabilmektedir (Şen ve ark. 1995).

Smear tabakası kök kanallarının dezenfeksiyonunu ve kanal içi medikamentlerinin dentin tübüllerine difüzyonunu azaltabilmektedir (Lee ve ark. 2004). Smear tabakasının uzaklaştırılmasının, sıcak ve soğuk kondansasyon tekniklerinin, hem adaptasyonunu hem de örtüleme kabiliyetlerini artırdığı, patların dentin tübül penetrasyonlarını sağladığı bildirilmiştir.

Çalışmamızda kanal şekillendirmesi sırasında pasta tipi şelatörlerden biri olan Glyde (sıvı bir solüsyon içerisindeki %15 EDTA ve %10 üre peroksitten oluşmaktadır.) kullanılmıştır. Araştırmacılar kanal aletlerinin kırılma riskini azalttığı varsayılarak döner aletlerle yapılan kök kanal tedavisi sırasında pasta tipindeki şelatörlerin, lubrikant olarak kullanımı önermektedirler (Hülsmann ve ark. 2003, Ruddle 2002).

Hülsmann ve ark. (2002), 5 dakika boyunca uygulanan Calsinase Slide, RC-Prep ve Glide File Prep'in kök kanalını temizleme etkilerini karşılaştırmışlardır. Calsinase Slide, kanalın kural ve orta 1/3 bölgelerini diğer preparatlara oranla daha iyi temizlemiştir. Kanalın apikal 1/3 kısmında ise preparatlar arasında bir fark saptanmamıştır. Ayrıca apekse yaklaştıkça kök kanal duvarında preparatların gerçekleştirdiği temizlikte bir azalma gözlenmiştir. Pasta tipi şelatör ve NaOCl solüsyonunun NiTi kök kanal eğeleriyle birlikte gerçekleştirdiği kemomekanik genişletme işlemi, smear tabakasını tam olarak uzaklaştıramamaktadır. Bu nedenlerle final irrigasyonda EDTA kullanımı tavsiye edilmektedir (Hülsmann ve ark. 2003).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, endodontik irrigasyon solüsyonlarının, rezin materyallerin dentine bağlanma özellikleri üzerinde olumsuz etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Arı ve ark. (2003), bu durumun NaOCl'in oksidasyon ajanı olmasından ve

dentin matrisinin bazı bileşenlerini okside etmesinden kaynaklandığını belirtmiş ayrıca oksijenin, rezinlerin polimerizasyonunu engellediğini de bildirmiştir. NaOCl'in, MetaSEAL sistemi kullanılırken kök kanal patının dentine bağlanma gücünü olumsuz etkileyebileceği için son irrigasyon ajanı olarak kullanılmaları üretici firma tarafından önerilmemektedir.

Bu nedenlerle çalışmamızda tüm gruplarda kanallar, şekillendirme işlemleri sırasında, her eğe kullanımından sonra 3ml %5'lik NaOCl ile irriga edilmiş, şekillendirmenin tamamlanmasından sonra ise 10 ml %5 NaOCI ve ardından 10 ml %17 EDTA solüsyonu, son irrigasyon olarak da 10 ml distile su 30 gauge'lık endodontik irrigasyon iğnesi yardımıyla ve 1 dk süresince uygulanmıştır.

5.1.5. Kök Kanal Sealerları

Çalışmamızda kanal dolgusu olarak, güta perka ile beraber yeni geliştirilmiş kanal sealerları "biyoseramik yapıdaki EndoSequence BC Sealer, cam iyonomer esaslı Activ GP ve rezin esaslı MetaSEAL" kullanılmıştır. Bu sealerlar ile doldurulan kök kanallarının kırılma dayanımları; intakt dişler (negatif kontrol grubu), kemomekanik şekillendirme, kemomekanik şekillendirme ve medikasyon ve klinikte konvansiyonel olarak kullanılan AH Plus kök kanal sealerı ile doldurulan diş grupları (pozitif kontrol grupları), ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Çalışmamızda AH Plus' in kontrol sealerı olarak kullanılmasının nedenleri:

- ✓ AH Plus, düşük sitotoksitesi (Leyhausen ve ark. 1999), biyoyumluluğunun ve doku toleransının iyi olması (Leonardo ve ark. 2000), kolay hazırlanması ve uzun çalışma süresi (Alaçam, 2000) ve kanal adaptasyonu ile örtücülüğünün iyi olması (Kardon ve ark. 2003) gibi nedenlerle endodontide uzun yıllardır en çok tercih edilen kanal sealerlarından biridir (Leonardo ve ark. 2000). Ayrıca AH Plus, bir çok çalışmada kontrol materyali olarak kullanılmıştır.

Çalışmamızda deney gruplarında kullanılan sealerların seçiminde; kimyasal içeriklerinin farklı olması ve yeni kullanıma sunulması gibi kriterler gözönüne alınmıştır.

- ✓ Cam iyonomer içerikli sealerlardan Activ GP'nin önceki cam iyonomer bazlı sistemlere göre üstün olduğu iddia edilmektedir. Cam iyonomer simanlar, dentinin hidroksiapatit komponentine kimyasal olarak bağlanabilmektedir.
- ✓ Son yıllarda kalsiyum fosfat silikat esaslı kök kanal dolgu materyalleri, çalışma süresince alkalen pH (12.9) özelliğiyle antibakteriyal etkileri, sert doku oluşumunu indüklenme özellikleri, biyouyumlulukları, hidrofilik olmaları ve sertleşme reaksiyonları sırasında dentin tübüllerindeki nemi kullanmaları ile inert bir yapı oluşturabilmeleri gibi özellikleriyle enjektabl formda kullanıma sunulmuştur. Çalışmamızda kullanılan ve son yıllarda geliştirilen biyoseramik yapıdaki EndoSequence BC Sealer dentine kimyasal olarak bağlanabilmektedir.
- ✓ Metakrilat rezin bazlı sealerlardan MetaSEAL, 4. Jenerasyon *dual cure, self adhesive* kök kanal sealerıdır. *Self adhesive* rezin kompozit simanlardaki gibi primer ve bonding işlemleri bu sistemde elimine edilmiştir. İçeriğindeki asidik resin monomerler vasıtasıyla dentin tübüllerine penetre olmakta ve monoblok bir yapı oluşturmaktadır.

Günümüze kadar, çinko oksit öjenol, kalsiyum hidroksit, cam iyonomer, rezin ve silikon gibi maddelerden oluşturulmuş pek çok kanal dolgu patı kullanıma sunulmuş ancak bunlar içerisinde güta perka ile birlikte klinik açıdan en çok başarı sağlayan patlar, rezin esaslı kanal dolgu patları olmuştur (Saleh ve ark. 2004).

AH Plus

Güta perka/AH Plus kanal dolgu sistemi, pek çok araştırmacı tarafından kabul edilen klinik başarısı ve son yıllarda kullanımının yaygın hale gelmesinden (Johnson ve Gutmann 2006) dolayı, kırılma dayanımı çalışmalarında da (Çobankara ve ark. 2002, Lertchirakarn ve ark. 2002, Teixeira ve ark. 2004, Stuart ve ark. 2006, Sagsen ve ark. 2007, Shäfer ve ark. 2007, Ulusoy ve ark. 2007, Wilkonson ve ark. 2007, Lawson ve ark. 2008, Ribeiro ve ark. 2008, Jainaeen ve ark. 2009, Karapınar Kazandağ ve ark. 2009,

Monteiro ve ark. 2011) farklı kök kanal dolgu sistemleri ile genel olarak karşılaştırılan kanal dolgu sistemidir.

Tagger ve ark. (2003b), farklı markalardaki güta perka konularla, kullanılan kanal sealerları arasında etkileşim olabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar gümüş içermeyen AH 26 patının likidinde bulunan bisfenol epoksi rezin içeriğinin pek çok güta perka markasında materyali yumuşatarak akışkanlığını artırdığını rapor etmişlerdir. Lee ve ark. (2002), ise kök kanal sealerlarının dentine ve güta perkaya bağlanma dayanımlarını germe test yöntemi ile değerlendirmişler ve en yüksek bağlanma dayanımlarının, epoksi rezin esaslı pat olan AH26' nın hem dentine (2.06 MPa) hem de güta perkaya (2.93 MPa) bağlanmasında meydana geldiğini bildirmişlerdir. Epoksi-rezin esaslı sealerların, kollajende açığa çıkmış amino grupları ile reaksiyona girdiklerini ve bunu takiben epoksit halkaların açılıp rezin ve kollajen arasında kovalent bağların oluşması ile dentine bağlanabildiklerini belirtmişler ancak bu etkileşimin kimyasal bir bağlantı oluşturmak için yeterli olmadığını söylemişlerdir.

Kanal dolgu patı ve kök dentini arasında kimyasal bağlantı oluşması mekanik bağlantıya oranla daha iyi bir tıkama oluşturabilir. Ancak günümüzde kullanılan pek çok kanal dolgu patı kimyasal bağlantı sağlayacak özelliklere sahip değildir. Günümüzde adezyon çalışmalarındaki ilerlemeler sonucunda kök kanal dolgu materyalinin dentinle monoblok yapı oluşturmasını sağlayarak, ideal bir kök kanal dolgusunun yapılması hedeflenmektedir (Shipper ve ark. 2005).

Açıklanan bu nedenlerden dolayı çalışmamızda dentin duvarlarıyla kimyasal bağlantı sağlayan kök kanal sealerlarının, dişlerin kırılma dayanımlarına etkileri, endodonti kliniklerinde sıklıkla kullanılan güta perka-AH Plus kanal dolgu sistemi ile karşılaştırılmıştır.

Activ GP

Cam iyonomer simanın mine ve dentinin hidroksiapatit komponentine kimyasal olarak bağlanabilmesi (Powis ve ark. 1982, Weiger ve ark. 1995) nedeniyle kök yapısının kırılma direncini arttırabileceği ileri sürülmüş ve endodontik tedavide kanal dolgu maddesi olarak kullanımı gündeme gelmiştir. (Pitt Ford, 1979). Cam iyonomerler diş sert dokularına adezyonları nedeniyle, uygun endodontik patlar olarak görülmektedir

(Çobankara ve ark. 2002, De Bruyne ve De Moor 2004). Bununla birlikte adeziv özelliğin kök kanal patına katkısı, literatürdeki farklı sonuçlarda örneklendiği gibi tartışmalıdır (De Gee ve ark. 1994, Koch ve ark.1994, Miletic ve ark. 1999). Geleneksel cam iyonomer simanların, rezin kompozitlere benzer şekilde, sertleşirken büzüldüğü, adeziv arayüzler boyunca, küçük de olsa yıkıcı büzülme stresi yarattığı bilinmektedir (Feilzer ve ark. 1988, Davidson ve ark. 1991).

Çalışmamızda kullandığımız Activ GP, yeni cam iyonomer bazlı dolgu sistemidir. Cam iyonomer içerikli sealer ile güta perka arasındaki bağlanma değerlerini arttırmak amacıyla bu sistemde güta perka yüzeyi 2µm cam iyonomer partikülleriyle kaplanmıştır. Bu sistemde, güta perka- sealer ve radiküler dentinin bağlanması ile kök kanal boşluğu içerisinde monoblok bir yapının meydana geldiği belirtilmiştir (Koch ve Brave 2006).

Fransen ve ark. (2008), NiTi döner alet ile şekillendirilen kök kanallarında, standart yuvarlak açılı preparasyona uygun, açılı kon ile doldurulduğu Activ GP sisteminde, kök kanal boşluğunun maksimum kor materyali, minimum pat ile doldurulması sonucunda, patın büzülmesi sırasında meydana gelebilecek boşlukların azalacağını bildirmişlerdir. Monticelli ve ark. (2007) ise Activ GP konlarının yüzeyindeki cam iyonomer doldurucunun homojen olmadığını ve doldurucuların bazı bölgelerde kümeleşmeler oluşturduklarını gözlemlemişler ve bağlanmanın bu nedenle yetersiz kaldığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, Activ GP sisteminin cam iyonomer partikülleriyle kaplanmış konlarının kullanılmamasının nedenleri; sistemde, ISO standartlarında .02 taperlı güta perka bulunmaması ve çalışmamızdaki standardizasyonun korunmasıdır.

AH Plus, GuttaFlow, RoekoSeal ve Activ GP sealerlarının fizyokimyasal özellikleri ve yüzey morfolojilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, Activ GP'nin radyoopasitesi diğer dolgu maddelerine göre anlamlı derecede daha az, boyutsal değişiminin ve iyon salınımının diğer gruplara göre anlamlı derecede daha fazla olduğu bulunmuştur (Flores ve ark. 2011).

Fisher ve ark. (2007) çalışmalarında, EndoSequence döner alet sistemi ile şekillendirilen kök kanallarının final irrigasyonu % 5.25'lik NaOCl ardından % 17'lik EDTA ile yapılmıştır. Kök kanalları, güta perka/Kerr EWT, güta perka/AH Plus, EndoREZ, Activ GP ve Resilon/Epiphany kanal dolgu sistemleri ile yapılmış ve

gruplara push-out bağlanma testi uygulanmıştır. Sonuç olarak güta perka/AH Plus, diğer tüm gruplara oranla, güta perka/Kerr EWT ve Activ GP sistemi ise Resilon/Epiphany ve EndoREZ sistemlerine oranla anlamlı derecede daha çok bağlanma dayanımı göstermiştir.

Fransen ve ark. (2008), Activ GP kon /cam iyonomer sealer, Resilon/Epiphany ve güta perka/AH Plus ile yapılan kanal dolgularının *Enterococcus faecalis* invazyonuna dirençlerini test ettikleri çalışmalarında, örneklerin kontaminasyon değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Monticelli ve ark. (2007), çalışmalarında, .06/40 ile şekillendirdikleri kök kanallarını AH Plus'ı sıcak vertikal kondansasyon, Activ GP ve GuttaFlow'u tek kon tekniğiyle uygulamışlar ve sıvı filtrasyon ile sızıntı miktarını değerlendirmişlerdir. Örneklerin 3, 6, 9 ve 12 mm'lik bölümlerinden kesitler alınmıştır. 0 ve 3mm'lik kesitlerde dolgu teknikleri arasında fark bulunmazken, Activ GP ve GuttaFlow 6, 9 ve 12 mm'lik kesitlerde AH Plus'tan istatistiksel olarak anlamlı oranda daha fazla sızıntı göstermiştir. Araştırmacılar bu durumu, taperlı güta perka ve tek kon tekniğiyle doldurulan kök kanallarında kullanılan patın hacminin artması ve cam iyonomer esaslı kök kanal patlarının sertleşmeleri sırasında nemden etkilenmeleri, hızlı sertleşmeleri ve büzülme oranlarının fazlalığı ile açıklamışlardır.

EndoSequence BC Sealer

Çalışmamızda kullandığımız son dönemde geliştirilen biyoseramik yapıdaki EndoSequence BC Sealer kanal patı da dentine kimyasal olarak bağlanabilmektedir.

Kök kanalına uygulanan biyoseramik yapıdaki sealer, dentin tübüllerindeki sıvıyı absorbe etmekte ve sealerin içeriğindeki dikalsiyum silikat ve trikalsiyum silikatın su ile reaksiyonu sonucu kalsiyum hidroksit ve kalsiyum silikat hidrat jel üretilmektedir. Kalsiyum hidroksit, fosfat iyonlarıyla reaksiyona girerek hidroksiapatit ve su oluşturmaktadır. Reaksiyon devam ederken hidroksiapatitin, kalsiyum silikat hidrat jelin üzerine çökmesiyle kompozite benzer bir yapı meydana gelmektedir (Yang ve ark. 2002).

EndoSequence BC sealer, dentine kimyasal olarak bağlanmakta, nemden etkilenmemekte ve hatta sertleşme reaksiyonunu nem varlığında göstermektedir

(Kossev ve Stefanov 2009), bu nedenle bu patın dentine kimyasal olarak bağlanan ancak nemden etkilenen cam iyonmer esaslı kök kanal sealerlarına göre daha avantajlı olduğu belirtilmiştir.

Kullanıma sunulan kalsiyum silikat esaslı biyoseramik kök kanal patlarından bazılarının ticari isimleri şu şekildedir; iRoot SP, Smartseal, ProRoot Endo sealer.

Zhang ve ark. (2009), 7 farklı kök kanal patının antibakteriyal etkilerini değerlendirmişler ve sonuçta taze karıştırılmış olan iRoot SP kök kanal patının 2 dk içerisinde tüm bakterileri öldürdüğünü, AH Plus kök kanal patının 5 dk, EndoRez' in 20 dk, Sealapex ve Epiphany'nin ise 60 dk içerisinde tüm bakterileri öldürebildiğini rapor etmişlerdir. 1 ve 3 günlük değerlendirmelerde ise iRoot SP ve EndoRez kök kanal patlarının hala güçlü antibakteriyel etki gösterebildiğini, AH Plus' in ise düşük derecede antibakteriyel etki gösterebildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca iRoot SP ve EndoRez kök kanal patlarının karıştırıldıktan 3 ve 7 gün sonra bile hala antibakteriyel etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Loushine ve ark. (2011), EndoSequence BC sealer ve AH Plus' in hücrelerin süksinat dehidrogenaz aktiviteleri üzerindeki değişikliklerini inceledikleri sitotoksosite çalışmalarında, EndoSequence BC sealer'ın AH Plus' a oranla anlamlı derecede sitotoksik olduğunu bildirmişlerdir. EndoSequence BC sealer 5 hafta boyunca orta derecede, 6. haftada hafif derecede toksisite gösterirken, AH Plus' in 3 haftadan önce toksisitesini kaybettiğini belirtmişlerdir.

Zhang ve ark. (2009), iRoot SP kök kanal patının apikal sızdırmazlık etkinliğini AH Plus ile karşılaştırmalı olarak analiz ettikleri sıvı filtrasyon çalışmalarında; 24 saat, 1, 4 ve 8 haftalık değerlendirmeler sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişler ve iRoot SP kanal patının AH Plus ile benzer değerlerde apikal örtücülük sağladığını rapor etmişlerdir.

MetaSEAL

Çalışmamızda kullandığımız MetaSEAL, *self adhesive, dual cure* metakrilat rezin esaslı bir pattır. Bu sealer, Japonya'da Hybrid Bond Seal (Sun Medical, Shiga, Japan) ismiyle kullanıma sunulmuştur. Bu pat amaçlandığı gibi her iki yüzeyde de hibrit tabaka meydana getirerek hem termoplastik dolgu materyaline hem de radiküler dentine

bağlanmaktadır. Pat asidik rezin monomer 4- methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride (4-META) içermesinden dolayı hidrofilitir ve soğuk lateral kondansasyon ya da tek kon tekniği ve Resilon veya güta perka ile kullanımı tavsiye edilmiştir (Lawson ve ark. 2008).

Dentin dokusuna adezyon özelliği ile bilinen kompozit rezin materyallerin, kanal dolgu maddesi olarak kullanıldıklarında diş yapısını kuvvetlendirebileceği düşüncesinden yola çıkılarak endodontide de kullanılmaları tavsiye edilmiştir (Saupe ve ark. 1996, Katebzadeh ve ark. 1998, Johnson ve ark. 2000, Pene ve ark. 2001, Schatz ve ark. 2001, Goldberg ve ark. 2002, Carvalho ve ark. 2005). Yapılan çalışmalarda, restoratif amaçlı kullanılan kompozit rezinlerin kök kanal sistemine yerleştirilmesi ile dişlerin kırılma direncinde artış sağlandığı gösterilmiştir (Katebzadeh ve ark. 1998, Goldberg ve ark. 2002). Bununla birlikte, Panavia F ve Super-EBA gibi rezin simanlar kök kanal tedavisinde güta perka ile birlikte kullanılmıştır (Özçopur ve Arı 2007). Britto ve ark. (2002) bu materyallerin geleneksel kanal dolgu patlarına tercih edilebileceklerini bildirirken, Fulkerson ve ark. (1996) ise sızdırmazlık özelliklerinin yeterli olmadığını rapor etmişlerdir. Carvalho ve ark. (2005), simüle açık apeksli dişlerde, *dual cure* kompozit uygulaması ile kök kanalını doldurdukları dişlerin kırılma dayanımlarının açık apeksli dişlere oranla 2 kat arttığını bildirmişlerdir.

Jainaen ve ark. (2009), dişlerin kırılma dayanımlarının arttırılabilmesi için uygulanan kanal dolgu materyallerin, elastikiyet modülleri ve bağlanma dayanımlarının dentine yakın değerlerde olması gerektiğini bildirmişlerdir. Resin kompozitlerin elastiklik modülleri ve bağlanma dayanımları dentinle benzerdir. Bununla birlikte, resin esaslı materyaller ile dentin duvarı arasında adezyonun etkili olmaması, yüksek polimerizasyon büzülmesi sonucu materyal ile dentin duvarı arasında boşlukların oluşması gibi faktörler arzu edilen sonuçların ortaya çıkmasını engellemiştir (Mannocci ve ark. 2001, Rogic-Barbic ve ark. 2006).

Stuart ve ark. (2006), kompozit rezin ile güta perka/pat sistemi arasında açık apeksli dişlerde kırılma dayanımının arttırılması açısından anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Dentin bonding ajanları ve kompozit rezinlerin endodontide kullanımı sırasında, materyal ile çalışma zorlukları, radyoopasite yetersizliği ve retreatment ile post yerleştirme işlemlerinin zor olması gibi problemlerle karşılaşmış ve elde edilen

sonuçların tatmin edici olmaması nedeniyle kompozit rezinlerin endodontik tedavide tercih edilmesi sınırlı kalmıştır (Apicella ve ark. 1999, Tang ve ark. 2010).

Kök kanal dolgu maddesinin dentine bağlanabilirliğinin artmasının, hem örtücülük özelliğini hem de dentin dokusu ile birlikte monoblok yapı oluşturarak dişin fonksiyonel işlevini arttıracakı düşünüldüğünde, adeziv materyallerin önemi daha da iyi anlaşılmaktadır (Özçopur ve Arı 2007). Schäfer ve ark. (2007), *dual cure* rezin bazlı sealer ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanımlarının, AH-26/güta perka' ya oranla arttığını bildirmişlerdir. Sagsen ve ark. (2007) ise AH-26/güta perka ve Epiphany sistemleri arasında kırılma dayanımı açısından anlamlı bir fark gözlemlememişlerdir.

MetaSEAL *dual cure* karaktere sahip, *self adhesive* kök kanal sealerıdır. *Dual cure* karakter, rezin esaslı bir patta avantaj olmasına rağmen, sonuçlar değerlendirildiği zaman AH Plus ile benzerlik göstermesi, metakrilat esaslı patlarda kullanılan tek kon tekniğinin sonucu olarak, pat kalınlığının artmasına (De-Deus ve ark. 2006) ve takibinde polimerizasyon büzülmesine bağlanabilir (Schwartz ve Fransman 2005, Belli ve ark. 2009).

Pinna ve ark. (2008) MetaSeal, AH Plus Jet ve Pulp Canal Sealer'ın sitotoksitesini karşılaştırdıkları bir çalışmada MetaSeal'in birinci haftada AH Plus Jet'den daha toksik olduğunu bildirmişlerdir. İkinci ve üçüncü haftalarda daha az toksisite gösteren MetaSeal, 3. haftadan sonra toksik olmamaya başlamıştır. Benzer bir sonuç olarak Ames ve ark. (2009), MetaSeal'in 1. haftada ciddi derecede toksik, 2. ve 4. haftalarda orta, 5. haftadan sonra toksik olmadığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar Metaseal'in toksisitesinin asidik rezin monomer içeriğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Morrison ve ark. (2011), MetaSeal kök kanal patının, insan periodontal ligament fibroblastları üzerindeki sitotoksik etkisini inceledikleri çalışmalarında, MetaSeal' in 1.-3.-7.-14. ve 21. günlerde ve uygulanan farklı konsantrasyonlarda sitotoksitesini sürdürdüğünü gözlemlemişlerdir. Metakrilat rezin bazlı sealerlar aerobik koşullarda yavaş sertleşmektedir. Periradiküler dokular, kök kanal sistemi sınırları içerisinde daha fazla oksijen basıncına sahiptir. Araştırmacılar, MetaSeal kanal sealerının apikalden taşması ile, sertleşmeyen rezinin, periapikal dokular için sitotoksik etki yaratacağını ve bu nedenle kanalların doldurulması esnasında dikkatli olunması gerektiğini bildirmişlerdir.

Lawson ve ark. (2008), *micropush-out* (itme) testi kullandıkları çalışmalarında, MetaSeal ve AH Plus Jet (Dentsply Caulk, Milford DE) kanal sealerlarının kök dentinine bağlanma dayanımlarını ölçmüşlerdir. 46 mandibular kesici, sıcak vertikal kondansasyon ve tek kon tekniği kullanılarak doldurulmuştur. MetaSeal ile kanal dolgusu yapılan gruplarda, radiküler dentinde ince ve tamamlanmamış formasyonda hibrit tabakası oluşmuştur ve kök kanal duvarlarında düzensiz rezin tagları gözlemlenmiştir. Sıcak vertikal kondansasyon tekniği ve MetaSeal ile doldurulan grupta %73 oranında Tip1 (sealer boyunca-dentin arayüzeyi) adeziv başarısızlık belirlenmiştir. Endodontik bağlanmada en önemli problem, derin, dar kanallarda büzülme stresinin rahatlamasının olmamasıdır. Araştırmacılar, ısı uygulanılmasının rezinin akıcılığı ile elde edilecek büzülme stresinin azaltılmasını engellendiğini bildirmişlerdir. Dentine hibrit tabakası oluşumu ile bağlantı yapmayan AH Plus Jet, MetaSeal'dan daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. Saleh ve ark. (2003), dentin tübül penetrasyonu ile bağlanma dayanımının doğru orantılı olmadığını ve rezin tagları ile yaratılan mikromekanik retansiyonun kök kanal patlarının adezyonunu etkileyen en önemli veya tek faktör olmadığını belirtmişlerdir. Nielson ve Craig (2007), kök kanallarının apikal bölümündeki smear tabakasını tamamen kaldırmanın güç olduğunu ve MetaSeal kanal sealerının, smear tabakasını demineralize etme yeteneğinin sınırlı olduğunu belirtmişler ve bu nedenle sealerın bağlantısının yetersiz olabileceğini bildirmişlerdir.

Belli ve ark. (2009), MetaSeal kök kanal patının sızdırmazlık özelliğini, RealSeal ve AH Plus kanal dolgu materyalleri ile karşılaştırmalı olarak, sıvı filtrasyon metodu ile analiz etmişlerdir. Çalışmalarında kök kanalları .04/45 güta perka ve Resilon ile tek kon tekniği kullanarak doldurulmuştur. 24 hafta sonunda hem güta perka, hem de Resilonlu MetaSeal grubunun AH Plus ve RealSeal ile benzer değerler gösterdiği ve patların bakteriyel penetrasyona dirençleri arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

5.1.6. Kanal Doldurma Yöntemi

Çalışmamızda .02 ve .04 taperlı döner aletlerle preparasyon yapılan kök kanalları, ISO standartlarında .02 taperlı güta perka ve lateral kondansasyon yöntemi ile doldurulmuştur. Çalışmamızda kök kanal dolgularının lateral kondansasyon tekniğiyle yapılmasının nedenleri;

- ✓ Lateral kondansasyonun, ülkemizde ve dünyada en çok tercih edilen kök kanal doldurma tekniğidir.
- ✓ Uygulanan kanal doldurma tekniklerinin, dişlerin kırılma dayanımlarına etkilerini analiz eden, istatistiksel bağlantı literatürde net bir şekilde ortaya konulmamıştır.

Günümüzde kliniklerde en çok kullanılan kanal doldurma yöntemi lateral kondansasyondur. Güta perkanın sıkıştırılabilir olma özelliği, bu yöntemin uygulanmasını sağlamıştır. De Moor ve Hommez (2002), soğuk lateral kondansasyon tekniğinin Soft-core ve Thermafil termoplastize güta perka tekniklerine göre anlamlı düzeyde daha iyi örtücülük sağladığını bildirmişlerdir.

Güta perka-sealer sistemi ile kök kanallarının doldurulması sırasında soğuk lateral kondansasyon, sıcak vertikal kondansasyon ve termoplastik enjeksiyon (Sistem B ve Obtura II) yöntemleri kullanılmaktadır. Cheng ve ark. (2009), vertikal kondansasyonun, dentinin çekme dayanımına (tensile strength-51.7 MPa) yakın gerilim yarattığını belirtmiş ve bu yöntem ile 50 N' u aşan kuvvetler uygulanması sonucunda dişlerde kırık oluşabildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca sıcak vertikal kondansasyon tekniğinde, *plugger* yerleştirilmesi için aşırı dentin kaldırılması ve kanal dolgusu sırasında uygulanan kuvvetlerle, apekten güta perka taşma riskinin bulunması gibi nedenlerden dolayı vertikal kondansasyon ilk olarak tercih edilen doldurma tekniği olmamaktadır.

Çalışmamızda .02 ve .04 taperlı döner aletlerle preparasyon yapılan kök kanalları, ISO standartlarında .02 taperlı güta perka ve lateral kondansasyon yöntemi ile doldurulmuştur.

Collins ve ark. (2006) güta perkanın duvar adaptasyonunu farklı tekniklerle karşılaştırdıkları çalışmalarında, bizim çalışmamıza benzer olarak güta 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 güta perka kullanımında artacağını rapor etmişlerdir. Villegas ve ark. (2005), düşük açılı güta perka kullanımının kök kanalında daha fazla güta perka kütlesi sağlayarak kanal dolgusunun tıkama kabiliyetini artıracığını rapor etmişlerdir. Taperlı konlarla lateral kondansasyon tekniği üzerine yapılan çalışmalar bulunsa da açılı konun kanala yerleştirilmesinden sonra spreaderın penetrasyonu için yeterli alan kalmadığı ve yardımcı konların kural 1/3' te konumlandığı, sonuç olarak apikal bölgedeki kanal dolgusunun tek kon yaklaşımına benzediği gözlemlenmiştir (Bal ve ark. 2001, Hembrough ve ark. 2002).

Apicella ve ark. (1999), lateral kondansasyon ve tek kon tekniği kullanılarak kanal dolgu yapılan dişlerin kırılma dayanımları arasında anlamlı bir fark gözlemlenmediğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda kanal dolgu ve dentin duvarı arasındaki olası boşlukları mümkün olduğunca azaltabilmek amacıyla .02 taperlı kanal dolgu materyali kullanılmıştır. Ayrıca kök kırıklarına neden olduğu bilinen aşırı spreader uygulama kuvvetinin .02 açılı dolgu maddesi kullanımında daha az olacağı görüşüne paralel olarak, çalışmanın parametresini etkileyebilecek bu faktör için de bir önlem olması amacıyla taperlı güta perka kullanılmamıştır (Meister ve ark. 1980, Nielsen ve Baumgartner 2006).

Bilindiği gibi ideal kök kanal dolgusunda kor materyali mümkün olduğunca çok, kanal dolgu patı ise olabildiğince az olmalıdır (Wesselink 1990). Wu ve ark. (2000) kök kanal patı miktarının minimumda tutulması ve sadece güta perka ve kanal duvarı arasında ince bir tabaka halinde olması gerektiğini belirtmişlerdir. Tay ve ark. (2005a) ise bizim çalışmamıza benzer olarak, çalışmalarında pat miktarını azaltmak için lateral kondansasyonda düşük açılı güta perka kullanmışlardır.

5.1.7. Kullanılan Kırma Yöntemi

Tüm dişler kök kanallarının doldurulmasını takiben 1 hafta polimerizasyonun tamamlanması için %100 nemli ortamda 37°C' de bekletilmiştir. Bununla birlikte takip

eden deney işlemleri sırasında dişlerin nemli kalması sağlanmıştır (Stuart ve ark. 2006, Sagsen ve ark. 2007).

Dişlerin kırılma dayanımlarının incelendiği çalışmalarda (Apicella ve ark. 1999, Johnson ve ark. 2000, Lertchirakarn ve ark. 2002, Teixeira ve ark. 2004, Zandbiglari ve ark. 2006, Monteiro ve ark. 2011) UTC (Universal Test Cihazı) kullanılmıştır. Örnekler kırılma testi için UTC'na yerleştirildikten sonra, klinik koşulları yansıtmayı amacıyla her bir dişe belirlenen eksende ve kontrollü bir hızda, uç yardımıyla kuvvet uygulanmaktadır. Bununla birlikte Wilkinson ve ark. (2007) çalışmalarında test cihazına yerleştirilen örneklere kökün uzun eksenine dik-horizantal, Trope ve Ray (1992) ile Stuart ve ark. (2006) ise kökün uzun eksenine açılı-oblik yönde kuvvet uygulamayı tercih etmişlerdir. Hammad ve ark. (2007) ile Sagsen ve ark. (2007) tarafından yapılan benzer çalışmalarda, UTC'na yerleştirilen örneklere dişin uzun eksenine paralel-vertikal yönde kuvvet uygulanmıştır. Klinik ortamda vertikal kök kırıklarına ender rastlanması (Lindahl 1958, Zachrisson ve Jacobsen 1975, Çalışkan 2006) ve dişlerde gerçekleşen kök kırıklarının daha çok servikal bölgede horizontal olarak gerçekleşmesi (Cvek 1992, Bramante ve ark. 2006, Stuart ve ark. 2006) nedeniyle çalışmamızdaki örneklere uygulanan kuvvet yönünün dişin uzun eksenine paralel-vertikal yönde olmasına karar verilmiştir.

Trope ve Ray (1992) kök kanallarını Ketac-Endo ve Roth's 801 ile doldurdukları dişlerde kırılma dayanımını ölçmek için dişin uzun eksenine 15° 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 mesio-distal yönde kırılmıştır.

Johnson ve ark. (2000) ise 0° açıyla giriş kavitesi üzerinden kırma kuvveti uygulamışlar ve dişlerin 4 mm' lik kök dentin yüzeyini akrilik dışında bırakmışlardır. Bu uygulamada azalan eğme hareketleri nedeniyle küçük stresler oluşturmuş ve en fazla stres daha servikalde gözlenmiştir. Araştırmacılar kuvvetin dişin uzun eksenine paralel uygulanmasının alveolar kemiğin sağlıklı dişe verdiği desteği taklit ettiğini ve gerçek dışı olan eğme hareketleriyle oluşan aşırı streslerin daha az oluştuğunu ve kuvvetin uniform dağıldığını bildirmişlerdir (Apicella ve ark. 1999- 9mm., Cobankara ve ark. 2000, Lertchirakarn ve ark. 2002, Teixeira ve ark. 2004- 9mm., Sagsen ve ark. 2007- 7mm., Monteiro ve ark. 2011- 9mm).

Kishen, (2006), alt çene santral-lateral dişler üzerinde yaptıkları stress analizlerinde, makaslama-*shear* gerilimleri, minenin lateral yönlerden, mine sement sınırının aksiyel ve lateral yüzeylerden, dentinin ise bütün yapısı boyunca aksiyel kuvvetlere dayanım gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda, yapılan çalışmalar gözönünde tutularak, dişlerin 4 mm' lik kök yüzeyleri akrilik dışında kalacak şekilde örnekler hazırlanmış ve 0° açıyla giriş kavitesi üzerinden kuvvet uygulanmıştır (Johnson ve ark. 2000).

5.2. Dişlerin Kırılma Yönü Üzerindeki Tartışma

Çalışmamızda, 420 örneğin %85'inde (420/357) BL (bukko-lingual) yönde, %15' inde (420/63) ise MD (mesio-distal) yönde kırık gözlenmiştir.

Kök dentininin kırılma direncini inceleyen klinik ve deneysel çalışmalarda, kök kırıklarının sıklıkla BL yönde oluştuğu görülmektedir (Pitts ve Natkin 1983, Walton ve ark. 1984, Selden 1996, Apicella ve ark. 1999, Lertchirakarn ve ark. 2002, Teixeira ve ark. 2004, Hammad ve ark. 2007, Soros ve ark. 2008, Monteiro ve ark. 2011).

Lertchirakarn ve ark. (2002), 40 mandibular keser diş üzerinde yaptıkları kırılma dayanımı çalışmalarında %67.5 (40/27) oranında bukko-lingual, %32.5 (40/13) oranında ise mesio-distal yönde kırılma olduğunu gözlemlemişlerdir. Kanal dolgusu esnasında dişin uzun eksenini doğrultusunda, vertikal olarak uygulanan *spreader* kanal duvarlarında internal streslerin yoğunlaşmasına neden olmakta ve bu nedenle dikey kök kırıkları çoğunlukla BL yönde oluşmaktadır (Hammad ve ark. 2007). 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.

Yapılan çalışmalar dişlerin çoğunlukla daha kalın olan BL kök dentini yönünde kırıldığını göstermektedir. Apicella ve ark. (1999) mesio-distal yönde daralan diş gruplarını (alt ve üst kanin-premolar, üst kesiciler) kullandıkları kırılma dayanımı çalışmalarında dişlerin %78 'inin bukko-lingual, %22'sinin ise farklı yönlerden kırıldığını bildirmişlerdir. Teixeira ve ark. (2004) 80 tek köklü diş kullandıkları

çalışmalarında kırılmaların BL yönde oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Monteiro ve ark. (2011) alt 1. ve 2. premolar dişlerini kullandıkları çalışmalarında dişlerin MD yönde yönde daralmasına rağmen kırığın BL yönde oluştuğunu belirtmişlerdir. Soros ve ark. (2008), 4 keçi mandibulası ve akrilik rezine gömdükleri, periodontal ligament simülasyonlu 16 adet mandibular kesici kullandıkları kırılma dayanımı çalışmalarında, mandibula ve periodontal ligament simülasyonu arasında kırılma için gereken kuvvet açısından fark bulamamışlar ve alt keserlerde %37.5 (32/12) oranında MD, %62.5 (32/20) oranında ise BL yönde kırık gözlemlemişlerdir.

Şekillendirilen kök kanallarına baskı uygulandığında çevresel yönde çekme gerilimi (tensile stress) ve radyal yönde (merkez doğrultusunda) baskı gerilimi (compressive stress) oluşmaktadır. Dentin, baskı kuvvetlerine (compressive strength- 297 MPa), çekme kuvvetlerinden (tensile strength- 51.7 MPa) üç kat daha fazla dayanıklıdır (Kinney ve ark. 1999). Radyal yönde kuvvet uygulandığında, ince kanal duvarları, kalın dentin duvarlarına oranla daha hızlı genişlemektedir (Rundquist ve Versluis 2006). Muvdi ve McNabb (1991) uygulanan kuvvetlerle oluşan asimetrik genişlemede, ince dentin duvarlarının dışa doğru esnemesiyle, kalın dentin bölgelerinin iç yüzeylerinde, ek çevresel çekme gerilimi (tensile stress) oluştuğunu ve bunun sonucu olarak dişlerin BL yönde kırıldığını belirtmişlerdir.

5.3. Alt Çene Keser Dişlerin Kök Kanal Morfolojisi Üzerindeki Tartışma

Çalışmamızda, 400 adet alt keser dişte kemomekanik şekillendirme yapılmıştır. Çalışmamız sırasında bu dişlerin 274 tanesinde (%68.5) tek kök kanalı ve tek apikal foramen morfolojisi (Vertucci, Tip 1), kalan 126 (%31.5) dişte ise iki kök kanalı ve tek apikal foramen (Vertucci, Tip 2) gözlenmiş ve Vertucci, Tip 3 ve Tip 4 kök kanal morfolojisi gösteren alt keser dişe rastlanmamıştır (Vertucci, 1974).

Kök kanal morfolojisi hakkında bilgilerimiz bu konu hakkında yapılmış çalışma sonuçları ve olgu bildirilerinden temel almaktadır. Çalışmamıza paralel olarak, Çalışkan ve ark. (1995), alt keser dişlerin tek kök, tek kök kanalı ve tek apikal foramen olarak sıklıkla görülmesine rağmen, dikkatli klinik ve radyografik inceleme ile ikinci kök

kanalı bulunma olasılığının, Türk popülasyonunda, % 37 oranında olduğunu bildirmişlerdir.

İki kök kanalı ve tek apikal foramen bulunması alt keser dişlerde % 19,5' dir. Bundan farklı olarak alt çene orta keser dişlerde iki kök kanalı ve iki ayrı apikal foramen bulunma sıklığı % 6.5 iken, alt yan keser dişlerde %29.4 tür (Ingle ve Bakland 2002).

Rankine-Wilson ve Henry (1965) alt çene keser dişleri, radyopak bir materyal ile doldurarak hem kesit alma hem de radyografik yöntemlerle incelemiştir ve alt çene keser dişlerde iki kanal görülme sıklığını % 40.5 olarak bulmuştur. Vertucci (1974), 300 adet alt çene keser dişin kök kanal morfolojisini şeffaflaştırma yöntemiyle çalışmış, alt çene orta keser dişlerde %30, yan keser dişlerde %25 olarak rapor etmiştir. Mauger ve ark. (1998) 100 adet alt çene keser diş köklerinin farklı seviyelerde, kök kanal morfolojisini incelemiş, apikal 1-3mm alanda tek kanal görülme sıklığını %98 olarak rapor etmiştir. Çalışmalar arasındaki bu farklılıklar, çalışma tasarımı farklılıkları ve kök kanalını tanımlamada kullanılan yöntemler ile ilişkili olabilir.

Alt çene orta ve yan keser dişlerde birden fazla kök kanalı görüldüğü durumlarda bunlar bukkal ve lingual olarak konumlanmaktadır. Birden fazla kanal varlığında kanalların birbirleriyle anastomozlar aracılığı ile çeşitli konfigürasyonlar gösterdiği birçok çalışmada rapor edilmiştir (Kartal ve Yanikoglu 1992, Mauger ve ark. 1998). Kartal ve Yanikoglu (1992), dallanma gösteren kanallarda ayrılma noktasının, çoğunlukla kökün orta ve servikal üçlüsünde bulunduğunu bildirmişler ve tek kök kanalı ve tek apikal foramenin %55, iki kök kanalı ve tek foramenin %16, iki kök kanalı ve iki ayrı apikal foramenin ise %4 olarak görüldüğünü rapor etmişlerdir.

5.4. Çalışma Gruplarından Elde Edilen Bulgular Üzerindeki Tartışmalar

5.4.1. Kontrol Gruplarından Elde Edilen Bulgular Üzerindeki Tartışma

Çalışmamızda, intakt alt keser dişlerin kırılma dayanımları $1116,33 \pm 287,61$ N. değer aralığında bulunmuştur. Literatürde, çalışmamıza benzer test düzeneği

kullanılarak, intakt alt çene keser dişlerin kırılma dayanımını ölçen bir çalışma bulunmamaktadır. Lertchirakarn ve ark. (2002), intakt mandibular keser dişlerin kırılma dayanımını 324.2 ± 35.3 oranlarında bulmuşlardır. Araştırmacılar, dişlerin kırılma dayanım verilerini, 45 numara *plugger* kullanarak, kök kanalı içerisinde elde etmişlerdir.

Çalışmamızda, kemomekanik şekillendirme yapılan dişlerin kırılma dayanımları Taper 2 Ca(OH)-, $897,16\pm 152,14$ ve Taper 4 Ca(OH)-, $902,56\pm 156,79$ oranlarında bulunmuştur. Johnson ve ark. (2000) ise kemomekanik şekillendirme yapılan alt çene keser dişlerin kırılma dayanımını 437.6 ± 143.5 oranlarında bulmuşlardır. Çalışmamızdan farklı olarak araştırmacılar, preparasyon sırasında fazla miktarda dentin kaldırmışlar ve kök kanallarının genişletilmesinde kural bölge için *gates glidden* 4 numarayı (100 numara) kullanmışlar ve apikal şekillendirmeyi MAF 45 numara olacak şekilde tamamlamışlardır.

Çalışmamızda, Johnson ve ark. (2000) ve Lertchirakarn ve ark. (2002) ile aynı diş grubu kullanılmasına rağmen, elde edilen kırılma dayanım değerleri arasındaki farklılıkların, kemomekanik şekillendirme işlemlerinde, dentinin fazla kaldırılmasından ve kullanılan test düzeneğinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

5.4.2. Kemomekanik Şekillendirme Yapılan Dişlerle (Kontrol 2), İntakt Dişlerin (Kontrol 1) Kıyaslanması Üzerindeki Tartışma

- ✓ Çalışmamızda kemomekanik şekillendirme ve/veya medikament uygulanan dişler (kontrol 2- grup 15-13-16-14) [**Taper 2 Ca(OH)+**, $875,21\pm 222,25$], [**Taper 2 Ca(OH)-**, $897,16\pm 152,14$], [**Taper 4 Ca(OH)+**, $900,76\pm 186,07$], [**Taper 4 Ca(OH)-**, $902,56\pm 156,79$], intakt dişlerden (kontrol 1-grup 21) ($1116,33\pm 287,61$) istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük kırılma dayanımları göstermiştir ($p<0,05$). Bu bulgular, kemomekanik preparasyonun, dişlerin kırılma dayanımını anlamlı oranda etkilediğini göstermektedir.
- ✓ Çalışmamızda, .02 ve .04 taper ile apikal genişletme yapılan grupların (grup 13-14) kırılma dayanım değerleri (**Taper 2**, $897,16\pm 152,14$ - **Taper 4**, $902,56\pm 156,79$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır

($p>0,05$). Bu bulgular, .02 ve .04 taper ile kanal preparasyonu yapılan dişlerin kırılma dayanımları arasında bir fark oluşmadığını göstermektedir.

- ✓ Çalışmamızda, kemomekanik şekillendirme yapılan ve medikament uygulanan kontrol grupları (grup 15-16)- (*Taper 2 Ca(OH)+*, 875,21±222,25- *Taper 4 Ca(OH)+*, 900,76±186,07) ile medikament uygulanmayan grupların (grup 13-14)- (*Taper 2 Ca(OH)-*, 897,16±152,14- *Taper 4 Ca(OH)-*, 902,56±156,79) kırılma dayanım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Bu bulgular, 7 gün süresince kanal medikasyonunun, alt çene keser dişlerin kırılma dayanımını etkilemediğini göstermektedir.

Kemomekanik Şekillendirmenin Etkisi

Tang ve ark. (2010), endodontik tedavi sırasında, kök kanalları şekillendirilirken; diş tipi, kanal duvarlarının kalınlığı, kök kanal çapı ve kesit şekli, kanal preparasyonunda kullanılan aletler ve şekillendirme metotları, apikal şekillendirmede kullanılan son eğenin ölçüsü (MAF) ve taperi ile kullanılan irrigasyon solüsyonlarının, dişlerin kırılma dayanımını etkilediğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, kemomekanik preparasyonun, dişlerin kırılma dayanımını anlamlı oranda etkilediği gözlenmiştir. Çalışmamıza paralel olarak, araştırmacılar restoratif ve endodontik tedaviler sırasında artan madde kaybının dişin kırılma dayanımını arttırdığını bildirmişlerdir (Reeh ve ark. 1989, Morfis 1990, Trope ve Ray 1992, Wilcox ve ark. 1997, Çobankara ve ark. 2002, Lertchirakarn ve ark. 2002, Okitsu ve ark. 2005, Zandbiglari ve ark. 2006, Hammad ve ark. 2007, Sagan ve ark. 2007, Sagsen ve ark. 2007, Shäfer ve ark. 2007, Ulusoy ve ark. 2007, Hanada ve ark. 2009, Karapınar Kazandağ ve ark. 2009, Monteiro ve ark. 2011). Bununla birlikte, çalışmamıza karşıt görüşler olarak, kök kanal tedavisini takiben dişlerin kırılma dayanımının artmadığını bildiren araştırmacılar da endodonti literatüründe bulunmaktadır (Sedgley ve Messer 1992, Sathorn ve ark 2005b, Jainan ve ark 2009, Wu ve ark. 2010, Cheron ve ark 2011),

Lertchirakarn ve ark. (2003) endodontik tedavide preparasyon miktarı arttıkça dentin kalınlığındaki azalma nedeniyle kırılmaya direncin azaldığını bildirmişlerdir. Wilcox ve ark. (1997) dentin ne kadar ince olursa dişin kırılmaya o kadar yatkın

olacağını rapor etmişlerdir. Callister (2003), kanal kurvatürünün artmasının, şekillendirme sırasında kanal duvarlarında oluşan stresin yoğunlaşmasına neden olduğunu ve dolayısıyla dişlerin kırılma dayanımlarının azaldığını bildirmişlerdir.

Rosen ve Partida-Rivera (1986), MD çapları küçük olan dişlerin kırılma dirençlerinin düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmaya paralel olarak Wu ve ark. (2004), şekillendirme yapılan premolarların şekillendirme yapılmayanlara oranla anlamlı olarak zayıfladığını ve kanin dişlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmadığını rapor etmişlerdir. Alt premolarlardaki %30 oranındaki direnç kaybının, kanin dişlerine oranla MD çapının daha küçük olmasından kaynaklanabileceğini açıklamışlardır. Bu çalışmaya karşıt sonuç olarak, şekillendirme yapılan kanin dişlerinin de intakt dişlere oranla kırılma dayanımlarının azaldığı bildirilmiştir. Zandbiglari ve ark. (2006), System GT (12/35- .04/40), Flex Master (.06/30- .02/40) ve çelik K-File (.02/40) ile şekillendirdikleri mandibular kaninlerin kırılma dayanımlarının intakt dişlere oranla istatistiksel olarak azaldığını bildirmişler ve çelik K-File ve balanced force yöntemi kullanılan dişlerde %25, Flex Master sisteminde %22 ve System GT' de ise %43.7 oranında direnç kaybı gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, System GT döner alet sistemi ile şekillendirilen dişlerde, diğer sistemlere oranla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde kırılma dayanımının azalmasını .12 taper ile yapılan kural şekillendirmeden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Schäfer ve ark. (2007), 84 adet mandibular kanin kullandıkları çalışmalarında, el aleti ile (.02/ 40) şekillendirilen ve kural genişletme yapılmayan dişlerin kırılma dayanımının intakt dişlere oranla % 20, System GT döner alet sistemi (.04/ 40) ile şekillendirilen ve kural şekillendirmenin .12/ 35 ile bitirildiği dişlerin kırılma dayanımının ise %35 oranında azaldığını belirtmişlerdir.

Bier ve ark. (2009), 260 adet mandibular premolar kullandıkları çalışmalarında, kanal preparasyonu sonrası (dentinde çatlak hattı ve kök kırığı) dentin defektlerinin insidansını karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında, çelik K-file ve S-ApeX ile şekillendirilen gruplarda dentin defektleri gözlenmezken, Protaper, ProFile ve System GT ile şekillendirilen gruplarda sırasıyla % 16, % 8 ve % 4 oranlarında dentinde çatlak hattı ve köklerde parsiyel kırık olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar torqu yüksek, NiTi döner aletler ile preparasyonda, döner aletlerin kesit ve eksen özelliklerine ve rijiditelerine bağlı olarak, dentin duvarıyla temas ettikleri bölgelerde oluşturdukları,

baskı ve gerilimlerin yoğunluğuyla el aletlerine oranla, dentinde çatlak hattı, parsiyel veya tamamlanmış kırık gibi dentin defektlerinin oluşma riskinin arttığını ve bu defektlerin, kanal doldurma ve çiğneme kuvvetlerinin etkisiyle dikey kök kırığına dönüşme ihtimalinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda, .02 ve .04 taperla yapılan apikal genişletmeden elde edilen bulgularla, dişlerin kırılma dayanımına etkinlikleri analiz edildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p>0,05$). Çalışmamıza paralel olarak, Singla ve ark. (2010)'ları da .02/40 ve .04/40 numaralı aletlerle apikal şekillendirme yapılan gruplar arasında kırılma dayanım değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlememişlerdir.

Singla ve ark. (2010), farklı kök kanal şekillendirme teknikleri ve kullanılan aletlerin taperlarının, kök kanallarını temizleme etkinlikleri ve dişlerin kırılma dayanımına etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan 50 adet mandibular 1. premolar dişin, 45 tanesine *Enterococcus faecalis* inokülasyonu yapılmıştır. Araştırmacıların 5 gruba ayırdıkları örneklerde preparasyon; 1.grupta; *step-back* tekniği ve K-File kullanılarak, kuronal .02/70 ve apikal .02/40 numaralı aletlerle, 2.grupta; ProFile NiTi döner alet sistemi ile, *crown-down* tekniği kullanılarak kuronal .07/50 ve apikal .04/40 numaralı aletlerle, 3. grupta; ProFile NiTi döner alet sistemi ile, *crown-down* tekniği kullanılarak kuronal .07/50 ve apikal .06/40 numaralı aletlerle, 4.grupta; ProTaper sistemi ile kuronal Sx ve apikal F4 numaralı döner aletlerle tamamlanmıştır. 5.grup A; bakteri inokülasyonu yapıldıktan sonra şekillendirme yapılmamıştır, 5.grup B; intakt dişlerdir. Kök kanal irrigasyonu bakteri parametresinin etkilenmemesi için, 10 ml distile su ile yapılmıştır. Araştırmacılar şekillendirme yapılan dişlerdeki, CFUs (koloni oluşturabilen ünite/ repopülasyon kapasitesine sahip) değerlerinin azaldığını ve bu azalmanın, ProTaper F4 ve .06/40 numaralı ProFile aletleriyle yapılan şekillendirmede anlamlı ölçüde fazla olduğunu belirtmişlerdir. Siqueira ve ark. (1997) ve Dalton ve ark. (1998)' larına paralel olarak araştırmacılar, kanal aletlerinin taperının artmasıyla, kök kanallarını temizleme etkinliklerinin arttığını bildirmişlerdir. Dişlerin kırılma dayanımları incelendiğinde, .02 ve .04 taperla şekillendirme yapılan gruplar arasında fark gözlenmemiştir. Bununla birlikte, şekillendirme yapılmayan köklerde kırılma direnci $525.82 \pm 23.832 \text{ N}$ ' dur ve .02 taperla şekillendirme sonunda direnç $482.78 \pm 19.332 \text{ N}$ ' a düşmüştür. Kanal preparasyonunda kullanılan taperın artmasına bağlı

olarak dişlerde kırılma dayanımı aşamalı olarak azalmıştır. Gruplar arası karşılaştırmada, istatistiksel olarak en düşük kırılma dayanımı ProTaper F4 (399.07 ±13.279 N) ile yapılan şekillendirmede bulunmuştur. Araştırmacılar, ProTaper ile yapılan şekillendirmede, dişlerin kırılma dayanımının, diğer gruplara oranla anlamlı ölçüde az olmasını, kuronal şekillendirmede kullanılan Sx ve S1 eğelerinin .19 tapera kadar ulaşan değerleriyle kuronal bölgeden fazla miktarda dentin kaldırmasından kaynaklandığını bildirmişler ve alt küçük azılarda kullandıkları .06 taperlı aletlerin debris kaldırımında maksimum etkinlik sağladığını ve dişlerin kırılma dayanımında anlamlı bir azalmaya neden olmadığını belirtmişlerdir.

Zandbiglari ve ark. (2006), şekillendirmede kullanılan arttırılmış taperın, etkin kemomekanik dezenfeksiyon ve kanal dolgusunun yapılabilmesine olanak sağlasa da, kalan sağlam dentin miktarındaki azalma ile dişlerin kırılma dayanımlarını anlamlı oranda azalttığını bildirmişlerdir.

Okitsu ve ark. (2005), kanalların şekillendirilmesinde kullanılan MAF' ın büyüklüğünün arttırılmasının, dişlerin kırılma dayanımını azalttığını rapor etmişlerdir. Hanada ve ark. (2009), MAF 80 olarak genişletilen kök kanallarında, kalan dentin kalınlığına bağlı olarak ve lateral kondansasyon süresince *plugger* ve *spreader* kullanımı ile oluşan streslerle birlikte, dişlerin kırılma dayanımlarının, MAF 40 olarak şekillendirilen dişlerden daha az olduğunu bildirmişlerdir. Adorno ve ark. (2011), 108 adet mandibular kesici kullandıkları çalışmalarında, 3 farklı NiTi döner alet ile çalışma uzunluğunda, çalışma uzunluğundan 1 mm kısa ve çalışma uzunluğundan 1 mm ileride yapılan kanal preparasyonunun, apikal kırık gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar ProFile, K3 ve EndoWave sistemleri ve *crown-down* yöntemi ile MAF .04/35 numara ile şekillendirilen dişlerin %47'sinin apikal yüzeyinde kırık oluştuğunu ancak kullanılan sistemler arasında istatistiksel bir fark olmadığını bununla birlikte, çalışma uzunluğundan 1mm kısa şekillendirme yapılan dişlerde, çalışma uzunluğunda ve çalışma uzunluğundan 1 mm ileride şekillendirme yapılan dişlere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı oranda daha az dentin çatlağı ve apikal kırık oluştuğunu belirtmişlerdir. Peng (2008), MAF' ın dentino-semental birleşime ilk ulaşan eğeden (IAF), 2 ya da 3 numara büyük seçilmesinin kökte oluşan defektleri azaltması açısından uygun olacağını belirtmiştir.

Çalışmalarda büyük oranla, kanal şekillendirilmesi yapılan dişlerin kırılma dayanımlarının intakt dişlere oranla istatistiksel olarak azaldığı gösterilmiştir. Kök kanallarının kemomekanik preparasyonu endodontik tedavinin atlanılamaz basamağıdır. Bununla beraber, kök kanallarının şekillendirilmesi süresince dentinin kaldırılması ile dişlerin dirençlerinin azalması kaçınılmazdır. Ayrıca kanal dolgusu sırasında lateral kondansasyon yönteminde *spreader* uygulaması ile oluşan kama etkili sıkıştırma kuvvetleri, kök kanalları içerisinde streslerin gelişimiyle kök çatlaklarına neden olmakta veya vertikal kondansasyonda *plugger* yerleştirilmesi için aşırı dentin kaldırılması, potansiyel olarak dişlerin kırılma dayanımını azaltmaktadır (Teixeira ve ark. 2004, Soros ve ark. 2008).

Rundquist ve Versluis (2006), .04, .06 ve .12 taper ile şekillendirilen mandibular 2. premolarlarda, kanal şekillendirilmesinde kullanılan döner aletlerin taperının artırılmasıyla, sıcak vertikal kondansasyon ile kanal dolgusu süresince oluşan eşdeğer gerilimler ile (equivalent stress), kompozit restorasyonu sonrası oklüzal yükleme sırasında oluşan stresleri kıyaslamışlardır. Kök kanallarının doldurulması sürecinde; kanal yüzeyinde, apikal 1/3 bölgesinde ve gütâ perkanın kanala ilk olarak yerleştirilmesi sürecinde stres yoğunluğu, taperla ters orantılı olarak değişmekte ve küçük taperlı kanallarda artmaktadır. Eşdeğer stres yoğunluğu .04 taperda 25 MPa, .06 taperda 20 MPa ve .12 taperda 11 MPa olarak ölçülmüştür. Köklerdeki streslerin dağılımı, oklüzal restorasyonların yapımı sonrasında çiğneme kuvvetlerini taklit eden yüklemelerde değişmektedir ve taper artmasıyla stres yoğunlaşmaktadır. .04 taperda 18 MPa, .06 taperda 19 MPa ve .12 taperda 20 MPa olarak ölçülmüştür. Çiğneme kuvvetlerinde; dişlerin servikal 1/3 bölgelerinin lingual yüzeylerinde çekme stresi (tensile stress) yoğunluğu ile kökün dış yüzeyinde gerilim oluşmaktadır. Dikey kök kırıkları doldurma kuvvetlerinin etkisiyle apikalden başlamaktayken, kanal dolgusu yapılan dişlerde çiğneme kuvvetlerinin etkisiyle servikalde gözlemlenmektedir. Çalışmamıza paralel olarak araştırmacılar, kanalların şekillendirilmesi sırasında fazla dentin kaldırmaktan kaçınılması gerektiğini ve kanal dolgusu sürecinde oluşan stresleri azaltabilmek için de fazla kuvvet uygulanmamasının, dişlerin kırılma dayanımını arttıracakını bildirmişlerdir.

Çalışmamıza karşıt görüşler olarak, Sedgley ve Messer (1992) ve Wu ve ark. (2010), kök kanal tedavisini takiben dişlerin kırılma dayanımının artmadığını belirtmişlerdir. Dentinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin değişiminden çok; kavite preparasyonu,

travma, restoratif ve endodontik prosedürlerin kümülatif etkileşimi sonucu diş yapısının kaybının, kırılma dayanımını azalttığını bildirmişlerdir. Reeh ve ark. (1989), dişlerin marjinal sırt bütünlüğünün bozulması ile anlamlı ölçüde rijiditelerinin azaldığını ve bu oranın endodontik giriş kavitesinde % 5' ken, MOD kavite preparasyonda % 63 olduğunu belirtmiş ve marjinal sırt bütünlüğü bozulmayan dişlerde, endodontik prosedürlerin dişlerin kırılma dayanımını azaltmayacağını rapor etmişlerdir. Cheron ve ark. (2011), kök kanal tedavisi yapılan dişlerin elastikiyet modülü ve intertübüler dentinin sertlik değerlerinin intakt dişlerle eşdeğer olduğunu bildirmiş ve endodontik tedavi sonrası, intertübüler dentinin mekanik özelliklerindeki değişikliklerin, dişlerin kırılma dayanımını etkileyecek oranda olmadığını belirtmişlerdir.

Sathorn ve ark. (2005b) ise dentin kalınlığındaki azalmanın dişlerin kırılma direncine etki eden tek unsur olmadığını ve dişlerin kırılma dayanımlarının; dentin kalınlığı, köklerin dış proksimal yüzey kurvatürü, kanal şekli ve ölçüsünün kümülatif etkileşimi ile belirlendiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, mandibular kesicileri temel alan sonlu elemanlar analizi ile yaptıkları çalışmalarında, yuvarlak ve oval kesitli alt ön keser dişlerde preparasyon miktarı arttıkça kırılma dayanımının azaldığını ancak kurdele şeklindeki (ribbon shape) kanallarda ise preparasyon miktarının artırılması ile bukkal ve lingual bölgelerdeki alanların kök kanalına dahil edilmesi sonucunda köklerde oluşan internal stres oranlarının azaldığını ve dişlerin kırılma dayanımının arttığını gözlemlemişlerdir.

Jainaen ve ark. (2009), 40 adet tek köklü premolar kullandıkları çalışmalarında, kök kanallarını .04 Profile döner alet sistemi ve MAF 35 numara olarak şekillendirmişlerdir. Son irrigasyon solüsyonu olarak, 5 dk. süresince 5 ml. % 1 NaOCI, % 17 EDTA ve distile su kullandıkları çalışmalarında kemomekanik preparasyon yapılan kök dentini ile intakt dişler arasında kırılma dayanımı özellikleri açısından istatistiksel olarak bir fark gözlememişlerdir. Araştırmacılar, kanal preparasyonunda artırılmış taperin fazla oranlarda dentin kaldırılmasına, dentin yüzeyine uzun süre uygulanan NaOCI ve EDTA solüsyonlarının ise dentin mikrosertliğinin azalmasına neden olduğunu bildirmişler ve realistik klinik koşullar altında, uygun preparasyon ve solüsyon kullanımının, kanal duvarlarında yüzeysel ve limitli bir etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çalışmalarda, kök kanal irrigasyon solüsyonlarının farklı konsantrasyon ve sürelerde, deneysel uygulamalarının, dentinin esneme dayanımını, elastikiyet modülünü ve mikrosertlik özelliklerini azalttığı bildirilmiştir. Dentinin fiziksel özelliklerindeki bu değişiklikler dişlerin kırılma riskini arttırmaktadır (Arı ve ark. 2004, Mountouris ve ark. 2004, Slutzky-Goldberg ve ark. 2004, Eldeniz ve ark. 2005, Hu ve ark. 2010, Cruz-Filho ve ark. 2011).

Mareending ve ark. (2007) 24 dk. %2.5' lik NaOCI uygulamasını ile dentinin esneme dayanımının azaldığı, Grigoratos ve ark. (2001) ve Sim ve ark. (2001) ise %5.25' lik NaOCI' in 2 saat süresince uygulamasının dentinin elastikiyet modülü ve esneme dayanımını, serum fizyolojik kullanılan gruba göre % 3 oranında azalttığını bildirmişlerdir.

Mountouris ve ark. (2004), dentine %5' lik NaOCI uyguladıkları çalışmalarında, protein ayrışmasının 10. sn' den sonra arttığını, plato evresine 30-60. sn' lerede ulaşıldığını ve maksimum etkinin 120. sn sonunda olduğunu belirtmişlerdir.

Hu ve ark. (2010), dentinde NaOCI' in deproteinize etkisini en aza indirgeyen konsantrasyonu ve uygulama süresini analiz ettikleri çalışmalarında, farklı konsantrasyonlarda NaOCI kullanımının (%0.5, %1 ve %2.25) dentinin amid-fosfat oranını, süreye bağlı olmaksızın (1, 5 veya 10 dk.) kontrol grubuna (%0.9 NaCl) oranla anlamlı ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, % 0.5 NaOCI uygulanan örneklerdeki amid-fosfat oranını, %1 ve %2.25'lik NaOCI' e kıyasla daha fazla bulmuşlardır. Aynı konsantrasyonlardaki NaOCI' in farklı uygulama zamanlarında kullanımı (1, 5 veya 10 dk.) sonuçları etkilememiştir. Araştırmacılar, rutin endodontik tedavilerde, düşük konsantrasyonlardaki NaOCI' in, 1-10 dk. arasında uygulamasıyla, dentindeki zararın azaltılabileceğini ve etkin bir antisepsi elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Hu ve ark. (2010), NaOCI' in deproteinize etkisinin, uygulama zamanıyla lineer olarak artmadığı ve dentinin mikrosertlik değerlerinin azalmasının, solüsyonun konsantrasyonuna bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Dentin yüzeyinde açığa çıkan kollajen, NaOCI ile temasta, hızlı bir şekilde denatüre edilmektedir. NaOCI' in deproteinize edici etkisi hidroksiapatit ile çevrili kollajene kadar devam etmekte ve bu süreçle birlikte dentinde sınırlı bir değişiklik olmaktadır.

Şelasyon ajanları, kök kanallarının biyomekanik preparasyonu süresince smear tabakasının kaldırılması, kök kanallarında etkin bir dezenfeksiyon için; irrigasyon solüsyonlarının dentin tübüllerine penetrasyonlarının ve dentin permeabilitesinin artırılmasını ve dentin mikrosertliğini azaltarak, endodontik aletlerin dar ve kalsifiye kök kanallarında etkinliklerinin artırılmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Cruz-Filho ve ark. 2011).

De-Deus ve ark. (2006) % 10 sitrik asit, %17 EDTA ve %17 EDTAC solüsyonlarının 0, 1, 3 ve 5 dakikalık uygulama sürelerinin kök dentinin mikrosertliğine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar bu süreleri klinik uygulamalardaki sürelere yakın süreler olduğu için seçmişlerdir. %17 EDTA kullanılan grupta uygulama süresi arttıkça solüsyonun sebep olduğu mikrosertlikteki azalma artmıştır. Mikrosertlikteki azalma en fazla 3. dk. gözlenmiştir ve 3 ile 5 dk. arasında anlamlı bir değişim bulunmamıştır.

Cruz-Filho ve ark. (2011), dentin yüzeyine 5 dk süreyle %15 EDTA veya %10 sitrik asit uygulanan dişlerde, kök kanal lümeninin yüzeyel dentin tabakasındaki mikrosertliğin, %10 sodyum sitrat veya distile su kullanılan örneklere göre anlamlı oranda azaldığını bildirmişlerdir.

Patil ve Uppin (2011) irrigasyon solüsyonlarının dentin yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliğine etkisini inceledikleri çalışmalarında, örneklere 15 dk süresince %2.5 ve %5 NaOCI, %3 H₂O₂, %17 EDTA, %0.2 klorhexidin glukonat uygulamışlardır. Klorhexidin ve H₂O₂ dışındaki tüm solüsyonlar dentin yüzey pürüzlülüğünde artmaya neden olurken, klorhexidin dışındaki tüm gruplarda dentin mikrosertliği azalmıştır. De Assis ve ark. (2011), dentin yüzey pürüzlülüğünün artması ile doğru orantılı olarak yüzey geriliminin de arttığını ve kullanılan sealerların dentine yayılımların ve temas açılarının azaldığını bildirmişler ve klorheksidin solüsyonunun smear tabakasının kaldırılmasından sonra kullanımıyla dentinin yüzey geriliminin azaltılabileceğini belirtmişlerdir.

Çalt ve ark. (2002), 10 dk süresince %17 EDTA ve %5 NaOCI' in kombine kullanımının dentinde şiddetli erozyona neden olduğunu belirtmişlerdir.

Solüsyonların tedavi süresince kombine kullanımları, dentinin elastikiyet modülü ve esneme dayanımını azaltarak, kırılganlığı arttırmakta ve peritübüler ve intertübüler dentinde şiddetli erozyona neden olmaktadır (Di Renzo ve ark. 2001, Oyarzun ve ark. 2002). Ayrıca smear tabakanın kaldırılmasından sonra uygulanan

NaOCI organik matristeki protein yapıyı çözerek dentinde hidrofilik alanlar yaratmakta ve AH Plus gibi hidrofobik sealerlerin bağlanma dayanımı olumsuz etkilenmektedir. Aynı şekilde EDTA' nın mikrosertliği azaltıcı ve eroziv etkisiyle dentin ve minenin yüzey özellikleri değişmekte ve kanal dolgu materyalleri ile kural restorasyonların dentinle bağlantıları etkilenmektedir. Sonuç olarak dişlerin kural sızıntı ve bakteri penetrasyon direnci azalmaktadır (De Assis ve ark. 2011).

Genel olarak araştırmacılar, rutin endodontik tedavilerde, solüsyonların, dentindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve kök kanallarında etkin bir antisepsi sağlamak amacıyla, irrigasyon solüsyonlarının ya düşük konsantrasyonlarda ya da kısa sürelerle kullanılmasını önermişlerdir.

Çalışmamızın kemomekanik preparasyon bölümünün bulguları analiz edildiğinde; kök kanallarının kemomekanik şekillendirilmesi dişlerin kırılma dayanımını intakt dişlere oranla anlamlı ölçüde azaltmıştır. Kural preparasyonun .06/30 ve apikal preparasyonun .02/30 ve .04/30 numaralı döner aletler ile yapıldığı küçük hacimli alt kesici dişlerde, kırılma dayanımı açısından farka rastlanmaması, apikal şekillendirmenin .04 taperla yapılmasının hem etkin bir irrigasyon sağlanması (Arvaniti ve Khabbaz 2011), hem de çiğneme kuvvetlerinde; dişlerin servikal 1/3 bölgelerinin lingual yüzeylerindeki çekme streslerinin (tensile stress) .04 taperla yapılan şekillendirmede, büyük taperlara oranla az olması (Rundquist ve Versluis 2006) nedenleriyle endodonti kliniklerinde, .04 taperla apikal bölge preparasyonunun güvenle yapılabileceğini düşünmekteyiz.

Kanal Medikasyonunun Etkinliği

Çalışmamızda, kemomekanik şekillendirme yapılan ve medikament uygulanan kontrol grupları (grup 15-16)- (***Taper 2***, 875,21±222,25- ***Taper 4***, 900,76±186,07) ile medikament uygulanmayan grupların (grup 13-14)- (***Taper 2***, 897,16±152,14- ***Taper 4***, 902,56±156,79) kırılma dayanım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Bu bulgular, 7 gün süresince kanal medikasyonunun, dişlerin kırılma dayanımını etkilemediğini göstermektedir.

Çalışmamızda, endodonti kliniklerinde, apikal periodontitisli enfekte dişlerde, inatçı kök kanal florasının elimine edilmesi için kullanılan 7 günlük süreç dikkate alınmıştır. Ancak literatürde, kalsiyum hidroksit medikasyonu ile ilgili kırılma dayanım çalışmaları çoğunlukla açık apeksli dişlerde ve medikamentin uzun dönem kullanımı

(apeksifikasyon tedavisi) üzerinedir (Andreasen ve ark. 2002-2006, Rosenberg ve ark. 2007).

Cvek (1992), yaptığı retrospektif bir klinik çalışmada, kalsiyum hidroksit ile tedavi edilmiş açık apeksli dişlerde servikal kök kırığı oluşma oranının % 28'den % 79'a kadar çıkabildiğini bildirmiştir. Açık apeksli dişlerde kırık oluşma riskinin fazla olmasındaki esas neden, kök gelişiminin durmasına bağlı olarak kök dentin duvarının ince olarak kalması (Cvek, 1992) ve bu sebeple açık apeksli diş yapısının çiğneme ile oluşan kuvvetlere veya sekonder travmalara karşı dirençsiz olmasıdır (Stuart ve ark. 2006, Wilkinson ve ark. 2007). Açık apeksli dişlerin zayıf kök yapısına ek olarak kalsiyum hidroksit materyali ile yapılan geleneksel apeksifikasyon ve endodontik tedavi prosedürlerinin de kırılma riskini arttırdığı bildirilmiştir (Tamse 1988, Cvek 1992, Andreasen ve ark. 2002, Lam ve ark. 2005). Geleneksel apeksifikasyonda kullanılan kalsiyum hidroksitin dentin dokusu ile uzun dönem etkileşimi sonucu açık apeksli diş yapısının kırılmaya karşı çok daha hassas hale geldiği belirtilmiştir (Cvek 1992, Andreasen ve ark. 2002). Cvek (1992), uzun dönem kalsiyum hidroksit kullanımının dentin dokusunda fiziksel değişimlere neden olduğunu ve açık apeksli dişlerin kırılma dirençlerinin buna bağlı olarak azaldığını saptamıştır.

Andreasen ve ark. (2002), 90 mandibular açık apeksli koyun kesicisi kullandıkları çalışmalarında intrakanal medikament olarak kalsiyum hidroksitin, 15 gün- 1-2-3-6-9. ve 12. ay periyotlarında, dişlerin kırılma dayanımlarına olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında, 1.gruptaki dişlerin kök kanalları kalsiyum hidroksit ile doldurulmuş ve kuronal restorasyon IRM ile yapılmıştır. Dişler, 15 gün- 1-2-3-6-9 ve 12 ay periyotlarında kırılma dayanımları açısından test edilmiştir, 2.grupta IRM ile retrograd dolgu yapılan dişlerin kök kanalları serum fizyolojik ile doldurulmuş ve 2. ayda kırılma dayanımları test edilmiştir (pozitif kontrol). 3.gruptaki açık apeksli dişlere uygulama yapılmamıştır (negatif kontrol). Araştırmacılar kök kanallarında 2 ay süresince serum fizyolojik bekletilen grupla (15.7 MPa), negatif kontrol grubu (16.6 MPa) ve 2 ay kalsiyum hidroksit uygulanan dişler (12.1 MPa) arasında kırılma dayanım değerleri açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte kalsiyum hidroksitin 2 ay süresince uygulandığı grubun kırılma değerleri diğer gruplara oranla azdır. Andreasen ve ark. (2002), kalsiyum hidroksit medikasyonu yapılan 1. grubun kırılma dayanım değerlerinin, 30. günden itibaren azalmaya

başladığını ve 1 yılda dişlerin %50 oranında direnç kaybettiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bu azalmanın dentinin inorganik matrisindeki değişikliklerle ilgili olduğunu rapor etmişlerdir. Dentinin esneme dayanımı, yapısındaki hidroksiapatit ve kollajen fibrillerin bağlantılarıyla ilişkilidir. Dentinin organik matrisi asidik proteinler ve fosfat-karboksilat gruplarını içeren proteoglikanlardan oluşmaktadır. Bu gruplar hidroksiapatit kristalleri ve kollajen fibriller arasında bonding ajanları gibi bağlayıcı işlev görmektedirler. Andreasen ve ark. (2002), kalsiyum hidroksitin yüksek alkalitesi ile bu asidik komponentlerin yapılarını bozarak, çözerek veya nötralize ederek dentinin yapısını zayıflattığını bildirmişlerdir.

Sim ve ark. (2001), sodyum hipoklorit irrigasyonu ile pulpa dokusu ve kollajen gibi organik maddelerin çözüldüğünü sonuç olarak dentinin elastikiyet modülü ve esneme dayanımında azalma olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde, Grigoratos ve ark. (2001) kanal içi medikasyonda, kalsiyum hidroksitin proteolitik etkisi nedeniyle, dentinin organik desteğinde azalma olduğu ve yapısının değiştiğini, sonuç olarak esneme dayanımının azaldığını gözlemlemişlerdir. White ve ark. (2002), petri kabı içerisinde korudukları koyun dentinlerine, kalsiyum hidroksit, MTA ve NaOCI'in 5 hafta uygulanımı sonrasında, dentinin kırılma dayanımı üzerindeki etkinliklerini inceledikleri çalışmalarında, kalsiyum hidroksitin dentinin dayanıklılığını %32, MTA'nın %33 ve NaOCI' in ise %59 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Sahebi ve ark. (2010), 30 gün kalsiyum hidroksit medikasyonunun, dişlerin baskı dayanımını (compressive strength), medikament uygulanmayan gruba oranla anlamlı ölçüde azalttığını belirtmişlerdir.

Grigoratos ve ark. (2001), 2 saat süresince, %3 ve %5 NaOCI irrigasyonu ile 7 gün kalsiyum hidroksit medikasyonunun, dentinin mekanik özellikleri üzerindeki etkinliklerini inceledikleri çalışmalarında, 121 adet dentin yüzeyi kullanmışlar ve örnekleri 6 gruba ayırmışlardır. 1 gruptaki (kontrol grubu) dentin yüzeylerine serum fizyolojik, 2.gruptakilere 2 saat süresince %3 NaOCI, 3.gruptakilere 2 saat süresince %5 NaOCI, 4.gruptakilere doygun Ca(OH)₂ süspansiyonu 7 gün, 5.gruptakilere 2 saat süresince %3 NaOCI ve takiben doygun Ca(OH)₂ süspansiyonu 7 gün, 6.gruptakilere 2 saat süresince %5 NaOCI ve takiben doygun Ca(OH)₂ süspansiyonu 7 gün süresince uygulanmıştır. Araştırmacılar, NaOCI solüsyonunun her iki konsantrasyonun da dentinin elastikiyet modülü ve esneme dayanımını anlamlı oranda azalttığını

bildirmişlerdir. Kalsiyum hidroksitin 7 gün uygulanması sonucunda dentinin esneme dayanımı azalmış ancak elastikiyet modülünde anlamlı bir değişiklik olmamıştır. NaOCI ve kalsiyum hidroksit medikamentinin kombine kullanımının, dentinde irrigasyon solüsyonlarına ek bir zayıflatıcı etki oluşturmadığı belirtilmiştir.

Yoldaş ve ark. (2004), taşıyıcı olarak gliserin veya distile su kullanılarak hazırlanan kalsiyum hidroksit süspansiyonlarının dentinin mikrosertliğine etkisini analiz ettikleri çalışmalarında, 22 adet dentin yüzeyi ile 1-3 ve 7 günlük medikasyon periyotları kullanmışlardır. Araştırmacılar her iki kombinasyonun da 3 ve 7 gün sonunda, dentinin mikrosertliğini anlamlı oranda azalttığını ve bununla birlikte taşıyıcı olarak gliserin kullanılan grupta bu azalmanın istatistiksel olarak daha fazla olduğunu belirtmişler ve intrakanal medikament olarak kullanılan kalsiyum hidroksitin dentini yumuşattığını bildirmişlerdir.

Doyon ve ark. (2005), kök kanallarına medikament olarak 30 günlük kalsiyum hidroksit uygulamanın, dişlerin kırılma dayanımını serum fizyolojik uygulanan kontrol grubuna oranla değiştirmedini ancak 180 gün medikasyonun kırılma dayanımını anlamlı oranda azalttığını bildirmişlerdir.

Rosenberg ve ark. (2007), 40 maksiller kesici kullandıkları çalışmalarında, dişlerin kuronal şekillendirmesini *gates-glidden* frezler ve 2-3-4 numaralarla, apikal genişletmeyi .06 / 45 numaralı Profile NiTi döner alet sistemiyle yapmışlar ve irrigasyonda %6'lık NaOCI solüsyonu kullanmışlardır. 2 gruba ayırdıkları dişlerden 1. gruptaki, güta perka ve sıcak vertikal kondansasyon yöntemi ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanımlarını uygulamadan hemen sonra test etmişlerdir. 2. gruptaki kalsiyum hidroksit medikasyonu (kalsiyum hidroksit+ serum fizyolojik) yapılan 30 diş, ağız koşullarının taklit edildiği humidorda 37 C°'de 7- 28 ve 84 gün süresince bekletilmiştir. Araştırmacılar güta perka ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanımı değerinin 41.2 MPa, kalsiyum hidroksit uygulanan gruplarda kırılma dayanım değerlerinin ise 7 gün- 45.7 MPa, 28 gün- 35.6 MPa ve 84 gün- 31.8 MPa şeklinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmalar, kanal dolgusu yapılan grupla (41.2 MPa), 84 gün süresince kök kanallarında kalsiyum hidroksit bekletilen grup arasında (31.8 MPa) istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. İntrakanal kalsiyum hidroksit uygulaması 7. ve 84. günler arasında (77 günde), günde ortalama 0.157 MPa direnç kaybıyla birlikte, dentinin kırılma dayanımını 13.9 MPa azaltmıştır. Kanal

dolgusu yapılan dişlerle 84 gün medikasyon uygulanan dişlerin kırılma dayanımı % 23 ve 7.-84. günler arasında ise %43.9 azalmıştır. Çalışmamıza paralel olarak, Rosenberg ve ark. (2007) kalsiyum hidroksitin 7 gün uygulanmasının (45.7 MPa), kontrol grubuna (41.2 MPa) oranla dişlerin kırılma dayanımını azaltmadığını bildirmişlerdir.

Andreasen ve ark. (2002), kalsiyum hidroksitin 30 güne kadar uygulanmalarında dişlerin kırılmaya dirençlerinin anlamlı oranda azalmadığını ve bu nedenle apikal periodontitisli enfekte dişlerde güvenle kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda, kalsiyum hidroksitin kök kanallarından çıkarılması için etkin uygulamalar yapılmıştır. Nandini ve ark. (2006), intrakanal medikament olarak kalsiyum hidroksit süspansiyonlarının kullanıldığı durumlarda, kanal dolgusunun yapılmasından önce, medikamentin kök kanallarından etkin bir şekilde uzaklaştırılması gerektiğini bildirmişlerdir. Balvedi ve ark. (2010) ise medikamentin temizlenmesinde uygulanan teknikler arasında, etkinlik açısından fark olmadığını ve dikkate değer miktarlarda kalsiyum hidroksit artıklarının apikal 1/3' te temizlenemediğini rapor etmişlerdir. Rezidüel kalsiyum hidroksit, sealerların dentinal tübüllere penetrasyonunu ve dentine bağlanma dayanımlarını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca kalsiyum hidroksit mekanik olarak dentin tübüllerine itildiğinde tübül ağızlarını tıkayarak dentinin permeabilitesinde azalmaya da yol açabilmektedir (Erdemir ve ark. 2004). Kalsiyum hidroksit kalıntıları ile kimyasal etkileşime giren kök kanal sealerlarının film kalınlıkları artmakta, akıcılıkları ve çalışma zamanları kısalmaktadır. Çalışmamızda kalsiyum hidroksit medikasyonu yapılan gruplarda, kanallarda artık olarak kalan kalsiyum hidroksit, patların bağlanmasını ve adaptasyonunu olumsuz yönde etkileyerek, kırılma dayanım değerlerini etkilemiş olabilir.

5.4.3. Kök Kanal Sealerları Üzerindeki Tartışma

Metakrilat Rezin Bazlı Sealer (MetaSEAL)

Çalışmamızda, MetaSEAL ile kanal dolgusu yapılan grupların kırılma dayanım değerleri (grup 9-11-10-12), (*Taper 2-Ca(OH)₂* + 1050,49±199,11- *Taper 2-Ca(OH)₂* -

965,79±245,78- *Taper 4-Ca(OH)₂* + 1170,79±216,24- *Taper 4-Ca(OH)₂* - 1081,01±269,24), kemomekanik şekillendirme ve/veya medikament uygulanan gruplara (kontrol 2- grup 15-13-16-14) (*Taper 2-Ca(OH)₂* +, 875,21±222,25), (*Taper 2-Ca(OH)₂*- 897,16±152,14), (*Taper 4-Ca(OH)₂* +, 900,76±186,07), (*Taper 4-Ca(OH)₂* - 902,56±156,79) oranla yüksektir (Tablo 4-3).

Bu değerler, *Taper 4-Ca(OH)₂* + (1170,79±216,24) grubunda (grup 10), kemomekanik şekillendirme ve medikament uygulanan grup 16' a (kontrol 2- *Taper 4-Ca(OH)₂* +, 900,76±186,07) oranla istatistiksel olarak anlamlılık göstermektedir (p=0.003), (Tablo 4-4).

Çalışmamızda, .04 taper NiTi döner aletler ile kemomekanik preparasyon yapılan ve medikament olarak kalsiyum hidroksit kullanılan gruplarda, dişlerin kırılma dirençlerine maksimum etki yapılmıştır. MetaSEAL kanal patı ve güta perka kombinasyonu bu grupta (grup 10), dişlerin kırılma dayanımını arttırıcı etki göstermiştir. Diğer 3 grupta (grup 9-11-12) MetaSEAL / güta perka ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanım değerlerinin, şekillendirilmiş ancak herhangi bir sealer ya da kanal dolgu materyali ile doldurulmamış pozitif kontrol gruplarıyla (kontrol 2 – grup 15-13-14) anlamlı bir farklılık göstermemesi, MetaSEAL'in kök dentininin kırılma dayanımının artmasında, istatistiksel olarak anlamlı bir etki sağlamadığını göstermektedir.

MetaSEAL ile kanal dolgusu yapılan grupların kırılma dayanım değerleri (grup 9-11-10-12), (*Taper 2-Ca(OH)₂* + 1050,49±199,11- *Taper 2-Ca(OH)₂* - 965,79±245,78- *Taper 4-Ca(OH)₂* + 1170,79±216,24- *Taper 4-Ca(OH)₂* - 1081,01±269,24) ile *intakt dişler (grup 21)*, (1116,33±287,61) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05), (Tablo 4-4).

Bu bulgular, kemomekanik şekillendirme yapılan ve/veya medikament uygulanan dişlerin kırılma dayanımlarının, kanal dolgusunun MetaSEAL patı ile yapılması durumunda, intakt dişler kadar arttırılabileceğini göstermektedir.

Self etch ve *self adhesive* metakrilat rezin bazlı sealerlar ve bağlanma özelliği olan kök kanal dolgu materyallerinin kombine kullanımı kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanımını arttırmaktadır. Teixeira ve ark. (2004) bu hipotezi test etmişlerdir. Çalışmalarında Resilon/Epiphany sistemi ile doldurulan dişlerin, dikey yükleme kuvvetlerinde, güta perka/ AH-26 ile doldurulan dişlerden anlamlı oranda yüksek

kırılma dayanımı gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Bu bulgu diğer çalışmalarla da desteklenmiş ve metakrilat rezin bazlı sealerlar ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanımlarının, güta perka ve sealer ile kanal dolgusu yapılan dişlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Hammad ve ark. 2007, Shäfer ve ark. 2007, Monteiro ve ark. 2011).

Bununla birlikte kanal duvarlarına bağlanabilen dolgu materyallerinin, kök dentininin, genel mekanik özelliklerini arttırmadığına yönelik karşıt sonuçlar da diğer çalışmalarla rapor edilmiştir (Stuart ve ark. 2006, Jainaen ve ark. 2009). Bu çalışmalarda, Epiphany (RealSeal)/Resilon sisteminin kombine kullanımının, hem horizontal (Stuart ve ark. 2006, Wilkinson ve ark. 2007, Ribeiro ve ark. 2008, Hemalatha ve ark. 2009) hem de vertikal yükleme kuvvetlerinde (Grande ve ark. 2007, Ulusoy ve ark. 2007, Karapınar Kazandağ ve ark. 2009) kırılma dayanımını arttırmadığı bildirilmiştir. Wilkinson ve ark. (2007), Epiphany/ Resilon ve AH-Plus/güta perka ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanım değerlerinin, şekillendirilmiş ancak herhangi bir sealer ya da kanal dolgu materyali ile doldurulmamış pozitif kontrol grubuyla anlamlı bir farklılık göstermediğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızın kırılma dayanımına ait bulgularının, diğer çalışmalarla analizinde 2 kriter dikkate alınmıştır (Kim ve ark. 2010):

1.kriter: Deneysel gruplarının pozitif kontrol grubu (şekillendirme yapılan ancak kanal dolgusu yapılmayan grup) ile kıyaslamasının yapılmasıdır.

Örneğin Hammad ve ark. (2007) çalışmalarında rezin esaslı iki dolgu materyalini (Resilon ve EndoRez) ve bir silikon bazlı materyali (GuttaFlow), güta perka- Tubliseal sealer ve intakt dişlerle (negatif kontrol) kırılma dayanımı değerleri açısından karşılaştırmışlardır. Resilon ve EndoRez gruplarının kırılma dayanımları, güta perka ve GuttaFlow gruplarından anlamlı oranda yüksek, intakt dişlerden düşük bulunmuştur. Araştırmacılar Resilon ve EndoRez kor materyalleri ile birlikte kullanılan RealSeal ve EndoRez sealerlarının, dişlerde internal streslere karşı kırılma dayanımını arttırdığını ve bu durumun kor materyallerinin dentine kimyasal olarak bağlanmasından ve monoblok bir yapı oluşturmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ancak, sealerlar ile birlikte kullanılan kor materyallerinin şekillendirilen kök kanallarının kırılma dayanımlarını arttırıp arttırmadıkları net değildir, çünkü araştırmacılar çalışmalarında

kıyaslama yapabilecekleri pozitif kontrol grubuna (şekillendirme yapılan ancak kanal dolgusu yapılmayan diş grubu) yer vermemişlerdir.

2.kriter: Kanal dolgusu yapılan deney gruplarının kırılma dayanım değerlerinin, pozitif kontrol grubundan (sadece şekillendirme yapılan grup) anlamlı oranda düşük sonuçlar göstermemesidir.

Jainaen ve ark. (2009) 'larının şekillendirilmiş dentin (pozitif kontrol) ve intakt (negatif kontrol) dişlerin kırılma dayanım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Bununla beraber, genel olarak kök kanallarının şekillendirilmesinin, diş yapısında belirgin oranda zayıflamaya ve dişlerin kırılma dayanımlarının azalmasına neden olduğu çalışmalarda bildirilmiştir (Çobankara ve ark. 2002).

Bu nedenle, çalışmalarda kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dirençlerinin, pozitif kontrol grubundan (yalnızca şekillendirme yapılan grup) yüksek olması kırılma dayanımlarının arttığını göstermektedir.

Bazı araştırmacılar tarafından, kök kanal dolgu sisteminin dentine bağlanması sonucu oluşabilecek monoblok yapının mikrosızıntıyı azaltabileceği (Shipper ve ark. 2004, Shipper ve ark. 2005) ve kök yapısını kuvvetlendirebileceği düşüncesi öne sürülmüştür (Teixeira ve ark. 2004, Tay ve Pashley 2007). Ancak, güta perka'nın; (1) dentin dokusuna adezyon özelliğinin olmaması, (2) elastikiyet özelliği nedeni ile dolum sırasında temas ettiği kanal duvarından bir miktar uzaklaşması, (3) birlikte kullanıldığı kanal dolgu patıyla kimyasal bağ yapamaması gibi nedenlerle, güta perka/pat sistemleri kanal içerisinde monoblok yapıyı oluşturamamaktadırlar (Tay ve ark. 2005). Bu durumun kanal tedavisi bitmiş dişlerin kırılmaya karşı zayıf olmasında da etkili bir faktör olduğu belirtilmektedir (Teixeira ve ark.2004).

Son yıllarda kuron içi adeziv örtücülükte kullanılan modern adeziv stratejilerinin gelişmesi dikkati çekmektedir. Apikal ve kural ortücülükteki gelişmeler ile endodontik tedavi görmüş dişlerin güçlendirilmesi, kök dentini ve adeziv kök kanal dolgusu arasında bağlantının sağlanması yoluyla monoblok yapının elde edilmesi de hedeflenmektedir. Kök dentininde uygun bir adezyon; total etch veya *self etch* dentin adezivlerle veya 4.jenerasyon self adeziv metakrilat esaslı rezin sealerlarla sağlanabilmektedir (Teixeira ve ark. 2004, Hammad ve ark. 2007, Schäfer ve ark. 2007). Endodontik monobloğun yaratılması, konvansiyonel güta perkanın polizopren

içeriği ile çinko oksit öjenol, epoksi rezin, kalsiyum hidroksit ve cam iyonmer esaslı patlar arasında kimyasal bağın olmayışı nedeniyle mümkün olamamaktadır (Lee ve ark. 2002).

Endodontiye son yıllarda sunulmuş bir materyal olan Resilon, güta perka/pat sistemine alternatif bir kök kanal dolgu sistemi olarak tanıtılmıştır (Shipper ve ark. 2004, Teixeira ve ark. 2004, Shipper ve ark. 2005, Bodrumlu ve Tunga 2006, Johnson ve Gutmann 2006, Grande ve ark. 2007). Resilon sistemin güta perka/pat sistemlerine göre alternatif olduğunu savunan araştırmacıların en önemli dayanağı, sistemde bulunan Resilon kor materyalinin, rezin bazlı pat ve rezin bazlı patın dentin ile yaptığı bağlantı sonucu, kök kanal sisteminde oluşan monoblok yapıdır (Shipper ve ark. 2004, Teixeira ve ark. 2004, Bodrumlu ve Tunga 2006, Skidmore ve ark. 2006). Ancak, bu konu ile ilgili çalışma yapan bazı araştırmacılar (Gesi ve ark. 2005, Hiraishi ve ark. 2005, Tay ve ark. 2005, Perdigao ve ark. 2007). Resilon monoblok sisteminin örtücülük ve kök yapısını kuvvetlendirme etkinliğinin tartışılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Stuart ve ark. (2006), Resilon, güta perka ve BisFil 2B (Self cure flowable kompozit) materyallerinin açık apeksli dişlerin kırılma direncine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, 60 adet üst ön kesici dişleri, açık apeksli diş yapısında simüle etmişlerdir. Simülasyonda preparasyon işlemi için *Peeso #5* frezi kullanılmış ve apikal 1/3 bölge MTA ile kapatılmıştır. Kural kısmında kalan kanal boşluğu ise Resilon, güta perka ve BisFil 2B ile doldurulmuştur. Bütün örnekler UTC'nda uzun akslarına 130° açı ile kuvvet uygulanarak kırılmış ve kırılma değerleri kaydedilerek istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda, açık apeksli diş yapısının kırılmaya karşı kuvvetlendirilmesi yönünden deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Üngör ve ark. (2006), kanal dolgusunda kullanılan sistemlerin *micropush-out* bağlanma dayanımlarını inceledikleri çalışmalarında, güta perka-Epiphany grubunun en yüksek bağlantı değerini gösterdiğini ve Resilon-Epiphany grubunun, güta perka-AH Plus grubuna bir üstünlüğünün olmadığını belirtmişlerdir. Sly ve ark. (2007) ise güta perka-AH 26 ile kanal dolguları yapılan dişlerde *micropush-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.

Grande ve ark. (2007), farklı kök kanal dolgu maddelerinin dentin dokusunun mekanik özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, güta perka/Kerr Pulp Canal Sealer (EWT), Resilon/RealSeal, Resilon/EWT ve EndoREZ kök kanal dolgu sistemlerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, Resilon/RealSeal ve güta perka/pat kanal dolgu sistemlerinin dentin dokusunun yapısını kuvvetlendirmedeki etkilerinin çok az ve birbirine benzer olduğu bulunmuştur.

Hammad ve ark. (2007), kullanılan kanal dolgu maddelerinin dişlerin kırılma dayanımına etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kemomekanik preparasyonu yapılan dişleri güta perka/Tubliseal, Resilon/RealSeal, EndoREZ veya GuttaFlow kanal dolgu sistemleri ile doldurarak dört farklı deney grubu oluşturmuşlardır. UTC kullanılarak kırılan dişlerin kırılma anındaki değerleri kaydedilerek istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, rezin bazlı kök kanal dolgu materyalleri olan EndoREZ ve Resilon/RealSeal sistemlerinin, diş yapısını vertikal kırılmaya karşı anlamlı derecede daha fazla güçlendirdiği tespit edilmiştir. Ulusoy ve ark. (2011) çalışmalarında, Hybrid Root SEAL (MetaSEAL) ve güta perka/Resilon kon kombinasyonlarının, diğer deney gruplarına ve klinikte konvansiyonel olarak kullanılan AH Plus-güta perka grubuna oranla dişlerin kırılma dayanımlarını, anlamlı olarak arttırdığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Hammad ve ark. (2007) çalışmasına karşı görüş olarak çalışmalarında, EndoREZ sealer ile Resilon kon grubunun, diğer gruplardan anlamlı oranda düşük kırılma dayanımı gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar farklı sonuçlar çıkmasının, kullanılan deney yönteminden kaynaklandığını ve Hammad ve ark. (2007)'nin kuvveti spreader ile uyguladığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, EndoREZ, tersiyer monoblok sistemdir ve rezin ile kaplanmış güta perka konlar ile kullanılmaktadır. Ulusoy ve ark. (2011)'nin çalışmalarında EndoREZ sealer ile güta perka ve Resilon kon kullanmaları, kök kanallarında monoblok oluşumunu etkilemiş ve dişlerin kırılma dayanımını azaltmış olabilir.

Bobb ve ark. (2009), *self etch* MetaSEAL ve RealSeal SE sistemlerinin *push-out* bağlanma dayanımlarının, asit uygulanmayan EndoREZ sisteminden anlamlı oranda fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Costa ve ark. (2010) tarafından Epiphany, Epiphany SE ve Hybrid Root Seal (MetaSEAL) kanal dolgu patlarının dentin duvarına bağlanma kapasitelerinin karşılaştırmalı olarak incelendiği bir *in vitro* çalışmada, her bir kanal patı ile doldurularak hazırlanan deney gruplarına *push-out* bağlanma testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; Hybrid Root Seal (MetaSEAL) kanal dolgu patının dentin dokusu ile oluşturduğu bağlanma kuvveti, Epiphany ve Epiphany SE patlarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur.

Sonuç olarak, güncel olarak kullanılan metakrilat rezin bazlı sealerlar ve önerilen adeziv prosedürler, genel olarak kök kanal dentininin mekanik özelliklerini geliştirebilecek nitelikte değildir. Çalışmalarda neden olarak:

1. kökün kuronal bölgesinde, sealer-dentin arayüzü boyunca oluşan polimerizasyonun, oksijen inhibisyonu ile etkilenme olasılığı (Rueggeberg ve Margeson 1990) ;

2. polimerizasyonu tamamlanmamış rezin sealerın deformasyonu sonucunda, sealer-dentin arayüzü boyunca oluşan bağlantı başarısızlıkları (Nunes ve ark. 2008);

3. kök kanallarında rezidüel monomerlerin kalması (Filipov ve Vladimirov 2006); ve en önemlisi

4. dentinle karşılaştırıldığında, kök kanal dolgu materyallerinin kohezyon-çekme (tensile)- sıkıştırma (compressive) dayanımları ve elastikiyet modülleri düşüktür, ayrıca elastomerik özellikleri nedeniyle de, stresleri karşılamak yerine dentin duvarına aktarmaktadırlar (Williams ve ark. 2006, Jainaen ve ark. 2009).

5. kök kanallarının uygun olmayan kavite geometrileri (örneğin C-faktör), metakrilat rezin bazlı sealerların polimerizasyonları süresince dentin-sealer ara yüzeyi boyunca mikroboşlukların oluşumuna neden olmakta ve monoblok bir yapının oluşumu engellenmektedir (Tay ve Pashley 2007).

Cam İyonomer Esaslı Sealer (Activ GP)

Çalışmamızda deney gruplarındaki en yüksek kırılma dayanım değerleri Activ GP grubundan elde edilmiştir (Tablo 4-3). Activ GP patı ile kanal dolgusu yapılan dişlerin (grup 1-3-2-4) kırılma dayanım değerleri (***Taper 2-Ca(OH)₂*** +, 1107,06±213,78)- (***Taper 2-Ca(OH)₂***-, 1176,93±325,29)- (***Taper 4-Ca(OH)₂*** +, 1049,46±215,01)- (***Taper 4-Ca(OH)₂*** -, 1091,67±179,02) kemomekanik şekillendirme ve/veya medikament uygulanan gruplara (kontrol 2- grup 15-13-16-14) (***Taper 2-Ca(OH)₂*** +, 875,21±222,25), (***Taper 2-Ca(OH)₂***- 897,16±152,14), (***Taper 4-Ca(OH)₂*** +, 900,76±186,07), (***Taper 4-Ca(OH)₂*** - 902,56±156,79) oranla yüksektir (Tablo 4-3).

Bu değerler ***Taper 2- Ca(OH)₂*** (+) (***1107,06±213,78***), ***Taper 2- Ca(OH)₂*** (-) (***1176,93±325,29***) ve ***Taper 4- Ca(OH)₂*** (-) (***1091,67±179,02***) gruplarında (grup 1-3-4), kemomekanik şekillendirme ve/veya medikament uygulanan gruplara (kontrol 2- grup 15-13-14) (***Taper 2-Ca(OH)₂*** +, 875,21±222,25), (***Taper 2-Ca(OH)₂***- 897,16±152,14), (***Taper 4-Ca(OH)₂*** - 902,56±156,79) oranla istatistiksel olarak anlamlılık göstermektedir (p=0.037), (p=0.004), (p=0.046), (Tablo 4-4).

Activ GP patı ile kanal dolgusu yapılan grup 2' nin (***Taper 4-Ca(OH)₂*** +, 1049,46±215,01) kırılma dayanım değerleri ile kemomekanik şekillendirme ve medikament uygulanan kontrol 2 (grup 16) (***Taper 4-Ca(OH)₂*** +, 900,76±186,07) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, Activ GP patı ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanım değerlerinin yüksek ve p değerinin (p=0.288) düşük olması dişlerin kırılma dayanımlarına katkı sağladığını göstermektedir.

Çalışmamızda kullanılan sealerların ikili karşılaştırmalarında, Activ GP patı ile kanal dolgusu yapılan grup 3' ün (***Taper 2-Ca(OH)₂*** -, 1176,93±325,29) kırılma dayanımı, AH Plus ile kanal dolgusu yapılan grup 19' dan (***Taper 2-Ca(OH)₂*** -, 935,38±153,76) istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek bulunmuştur (p=0.019), (Tablo 4-4). Bununla birlikte, ***Taper 2-Ca(OH)₂*** -, MetaSEAL veya EndoSequence BC Sealer grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, Activ GP patı ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanım değerlerinin yüksek ve bu patlarla ikili karşılaştırmadaki p değerlerinin (p=0,06), (p=0,096) düşük olması Activ GP patının Taper 2, Ca(OH)₂- grubunda, diğer patlara oranla, dişlerin kırılma dayanımlarına katkı sağladığını göstermektedir.

Activ GP patı ile kanal dolgusu yapılan dişlerin (grup 1-3-2-4) kırılma dayanım değerleri (*Taper 2-Ca(OH)₂* +, 1107,06±213,78)- (*Taper 2-Ca(OH)₂* -, 1176,93±325,29)- (*Taper 4-Ca(OH)₂* +, 1049,46±215,01)- (*Taper 4-Ca(OH)₂* -, 1091,67±179,02) ile intakt dişler (grup 21), (1116,33±287,61) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05), (Tablo 4-4).

Bu bulgular, kemomekanik şekillendirme yapılan ve/veya medikament uygulanan dişlerin kırılma dayanımlarının, kanal dolgusunun Activ GP patı ile yapılması durumunda, intakt dişler kadar arttırılabileceğini göstermektedir.

Cam iyonomer esaslı bir pat olan Ketac-Endo 1990' ların başında kök kırıklarına karşı direnci potansiyel olarak arttıran bir endodontik kanal sealeri olarak tanıtılmıştır. Trope ve Ray (1992), cam iyonomer pat kullanılarak kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanımlarının, güta perka ve Roth 801(Roth International, Chicago) ile kanal dolgusu yapılan ve sadece preparasyon yapılan gruplardan istatistiksel olarak anlamlı oranda fazla olduğunu bildirmişlerdir. Apicella ve ark.(1999), kemomekanik şekillendirme yapılan dişler (pozitif kontrol grubu) ile cam iyonomer esaslı sealerla kanal dolgusu yapılan dişler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Çobankara ve ark.(2002), cam iyonomer ve epoksi rezin sealerlarla kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanım değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Lertchirakarn ve ark. (2002) ise köklerin kırılma dayanımının arttırılmasında cam iyonomer esaslı sealerların, epoksi rezin sealerlardan daha efektif olduğunu bildirmişlerdir.

Karapınar Kazandağ ve ark. (2009) farklı kök kanal dolgu sistemleri ile doldurulan dişlerin kırılma direncini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda, Activ GP kök kanal dolgu sistemi, Epiphany/Resilon kök kanal dolgu sistemi ve AH Plus/güta perka ile doldurulan dişlerin kırılma dirençleri arasında anlamlı fark bulamamışlardır.

Ghoneim ve ark. (2011) farklı kök kanal patı sistemlerinin dikey kök kırıklarının dayanımına etkisini inceledikleri çalışmalarında 50 adet alt premolar kullanmışlar, 40 kanallı EndoSequence döner alet sistemiyle .06 taperda şekillendirmişler ve 5 grupta incelemişlerdir. GrupI: iRoot SP sealer-ActiV GP kon, grupII: iRoot SP sealer- güta perka, grupIII: ActiV GP sealer- ActiV GP kon, grupIV: ActiV GP sealer-güta perka, grupV (negatif kontrol grubu): Şekillendirme ve kanal dolgusu yapılmamış grup. Bütün

gruplar tek kon yöntemiyle doldurulmuştur. Sonuç olarak en yüksek kırılma dayanım değerleri negatif kontrol grubu ile grupI' de (iRoot SP sealer-ActiV GP kon) bulunmuş ve istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. En düşük değerleri grupIV (ActiV GP sealer-güta perka) göstermiştir. Araştırmacılar, biyoseramik bazlı kök kanal sealerlarının, ActiV GP konlarıyla kullanımının dişlerin kırılma dayanımını arttırdığını bildirmişlerdir.

Biyoseramik Esaslı Sealer (EndoSequence BC Sealer)

Çalışmamızda EndoSequence BC Sealer ile kanal dolgusu yapılan dişlerin (grup 5-7-6-8) kırılma dayanım değerleri (***Taper 2-Ca(OH)₂ +***, 978,65±293,85), (***Taper 2-Ca(OH)₂-***, 980,06±195,47), (***Taper 4-Ca(OH)₂ +***, 1109,9±192,2), (***Taper 4-Ca(OH)₂-***, 992,16±221,69), kemomekanik şekillendirme ve/veya medikament uygulanan gruplara (kontrol 2- grup 15-13-16-14) (***Taper 2-Ca(OH)₂ +***, 875,21±222,25), (***Taper 2-Ca(OH)₂-***, 897,16±152,14), (***Taper 4-Ca(OH)₂ +***, 900,76±186,07), (***Taper 4-Ca(OH)₂-***, 902,56±156,79) oranla yüksektir (Tablo 4-3).

Bu değerler ***Taper 4- Ca(OH)₂ (+) (1109,9±192,2)*** grubunda (grup 6), kemomekanik şekillendirme ve medikament uygulanan (kontrol 2) grup16' a (***Taper 4-Ca(OH)₂ +***, 900,76±186,07) oranla istatistiksel olarak anlamlılık göstermektedir (p=0.041), (Tablo 4-4).

Çalışmamızda, .04 taper NiTi döner aletler ile kemomekanik preparasyon yapılan ve medikament olarak kalsiyum hidroksit kullanılan gruplarda, dişlerin kırılma dirençlerine maksimum etki yapılmıştır. EndoSequence BC Sealer kanal patı ve güta perka kombinasyonu bu grupta (grup 6) dişlerin kırılma dayanımını arttırıcı etki göstermiştir. Diğer 3 grupta (grup 5-7-8) EndoSequence BC Sealer/güta perka ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanım değerlerinin, şekillendirilmiş ancak herhangi bir sealer ya da kanal dolgu materyali ile doldurulmamış pozitif kontrol gruplarıyla (kontrol 2 –grup 15-13-14) anlamlı bir farklılık göstermemesi, EndoSequence BC Sealer'in kök dentininin kırılma dayanımının artmasında, istatistiksel olarak anlamlı bir etki sağlamadığını göstermektedir.

EndoSequence BC Sealer ile kanal dolgusu yapılan dişlerin (grup 5-7-6-8) kırılma dayanım değerleri (*Taper 2-Ca(OH)₂* +, 978,65±293,85), (*Taper 2-Ca(OH)₂* -, 980,06±195,47), (*Taper 4-Ca(OH)₂* +, 1109,9±192,2), (*Taper 4-Ca(OH)₂* -, 992,16±221,69) ile intakt dişler (grup 21), (1116,33±287,61) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05), (Tablo 4-4).

Bu bulgular, kemomekanik şekillendirme yapılan ve/veya medikament uygulan dişlerin kırılma dayanımlarının, kanal dolgusunun EndoSequence BC Sealer patı ile yapılması durumunda, intakt dişler kadar arttırılabileceğini göstermektedir.

Ulusoy ve ark. (2011), farklı kök kanal sealerları ve güta perka veya Resilon konları ile doldurulmuş ve MTA ile retrograd dolgu yapılmış simüle açık apeksli dişlerde, vertikal kök kırıklarına direnci analiz ettikleri çalışmalarında, 108 adet tek köklü mandibular premolar kullanmışlardır. Dişlerin preparasyonu Protaper sistemiyle yapılmış ve F4, MAF 40 numara ile apikal şekillendirme tamamlanmıştır. Açık apeksli dişlerin simülasyonu için 5 numara *Peeso reamer* apikalden çıkacak şekilde kullanılmıştır. Final irrigasyonu olarak 2 ml %2.5 NaOCI, %15 EDTA ve distile su 30 gauge'luk enjektör yardımıyla kök kanallarına uygulanmıştır. Kök kanallarının dezenfeksiyonunun simülasyonu amacıyla da kalsiyum hidroksit lentülo yardımıyla kök kanallarına uygulanmış ve dişler 7 gün süresince % 100 nemli ortamda bekletilmiştir. 7 gün sonunda kanallardaki kalsiyum hidroksit final irrigasyon yöntemiyle temizlenmiş ve dişlerin apekslerine retrograd olarak *plugger* yardımıyla 4 mm'lik beyaz MTA uygulanmıştır. 108 diş, AH Plus/ güta perka, EndoREZ sealer/ güta perka veya Resilon kon, Hybrid Root SEAL (MetaSEAL)/ güta perka veya Resilon kon, İRoot SP kök kanal sealeri/ güta perka veya Resilon kon, kemomekanik preparasyon ve MTA bariyeri (pozitif kontrol grubu) ve intakt dişler (negatif kontrol grubu) olarak 9 gruba ayrılmıştır. Kanal doldurma yöntemi olarak master kon, kloroform ile yumuşatılmış ve sealer ile kök kanalına uygulanmıştır. Kökler, 6 mm'lik kural bölgeyi açıkta kalacak şekilde akrilik bloklara alınmış ve kuvvet köklerin uzun eksenlerine paralel- vertikal olarak uygulanmıştır. Sonuç olarak, Hybrid Root SEAL (MetaSEAL) kombinasyonlarının kırılma dayanımları, diğer deney gruplarına ve klinikte konvansiyonel olarak kullanılan AH Plus- güta perka gruplarına oranla anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. EndoREZ sealer ile Resilon kon grubu diğer gruplardan anlamlı oranda düşük kırılma dayanımı göstermiştir. Ulusoy ve ark. (2011), Hybrid Root SEAL (MetaSEAL)- (Resilon kon

702.9±203.8, güta perka 619.1±212.9) ve İRoot SP kök kanal sealerının (Resilon kon 610.0±162.9, güta perka 580.5±145.6) intakt dişlerle (772.9±130.8) eşdeğer kırılma direnci gösterdiğini ve kullanılan kor materyalinden bağımsız olarak bu sealerların, simüle açık apeksli dişleri vertikal kök kırıklarına karşı güçlendirdiklerini bildirmişlerdir.

Üretici firma, EndoSequence BC Sealer'ın kök kanalları içerisinde hermetik bir örtüleme sağladığını ve kök kanallarındaki nemi kullanarak kompozit benzeri bir yapı oluşturduğunu belirtmiştir. Zhang W ve ark. (2009) ise İRoot SP kök kanal sealerında, sertleşme reaksiyonu süresince, büzülme meydana gelmediğini bildirmişlerdir. Ulusoy ve ark. (2011) kalsiyum silikat bazlı materyaller ile MTA'nın fiziko-kimyasal özellikleri ve bileşimlerinin benzer olması ile kuvvetli bir örtüleme ve homojen bir kanal dolgusu oluştuğunu ve bunun da materyalin kökleri güçlendirme etkisi açısından olası bir faktör olabileceğini belirtmişlerdir.

AH Plus (Kontrol Grubu)

Çalışmamızda, AH Plus ile kanal dolgusu yapılan grupların kırılma dayanım değerleri (grup 17-19-18-20), (***Taper 2-Ca(OH)₂*** + 1032,28±228,67- ***Taper 2-Ca(OH)₂*** - 935,38±153,76- ***Taper 4-Ca(OH)₂*** + 1048,98±222,57- ***Taper 4-Ca(OH)₂*** - 991,65±215,99), kemomekanik şekillendirme ve/veya medikament uygulanan gruplara (kontrol 2- grup 15-13-16-14) (***Taper 2-Ca(OH)₂*** +, 875,21±222,25), (***Taper 2-Ca(OH)₂***- 897,16±152,14), (***Taper 4-Ca(OH)₂*** +, 900,76±186,07), (***Taper 4-Ca(OH)₂*** - 902,56±156,79) oranla yüksektir (Tablo 4-3). AH Plus/güta perka ile kanal dolgusu yapılan gruplar (grup 17-19-18-20), şekillendirilmiş ancak kanal dolgusu yapılmamış kontrol 2 gruplarından (grup 15-13-16-14) daha yüksek kırılma dayanım değerleri göstermekle beraber, bu etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgular, AH Plus'ın kök dentininin kırılma dayanımının artmasında, istatistiksel olarak anlamlı bir etki sağlamadığını göstermektedir (p>0.05), (Tablo 4-4).

AH Plus ile kanal dolgusu yapılan grupların kırılma dayanım değerleri (grup grup 17-19-18-20), (***Taper 2-Ca(OH)₂*** + 1032,28±228,67- ***Taper 2-Ca(OH)₂*** - 935,38±153,76- ***Taper 4-Ca(OH)₂*** + 1048,98±222,57- ***Taper 4-Ca(OH)₂*** -

991,65±215,99) ile *intakt dişler (grup 21), (1116,33±287,61)* arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$), (Tablo 4-4). Bu bulgular, kemomekanik şekillendirme yapılan ve/veya medikament uygulanan dişlerin kırılma dayanımlarının, kanal dolgusunun AH Plus patı ile yapılması durumunda, intakt dişler kadar arttırılabileceğini göstermektedir.

Lertchirakarn ve ark. (2002), 40 mandibular kesici kullandıkları çalışmalarında, cam iyonomer esaslı Ketac Endo ve güta perka ile doldurulan kök kanallarının kırılma dayanım değerleri ile intakt dişler arasında anlamlı bir fark gözlememişlerdir. Araştırmacıların çalışmalarındaki en düşük kırılma dayanım verileri AH-Plus veya Tubliseal ile kanal dolgusu yapılan dişlerden elde edilmiştir ve çalışmamıza paralel olarak, bu bulgular yalnızca şekillendirme yapılan pozitif kontrol grubuyla eşdeğer niteliktedir. Lertchirakarn ve ark. (2002), köklerin kırılma dayanımının arttırılmasında cam iyonomer esaslı sealerların, epoksi rezin sealerlardan daha efektif olduğunu bildirmişler ve özellikle mandibular kesicilerde, aşırı kemomekanik şekillendirme yapılan kanallarda veya ince dentin duvarlı dişlerde, örneğin apeksifikasyon vakalarında dişlerin kırılma dayanımlarını arttırmak amacıyla, cam iyonomer esaslı sealerların tercih edilebileceğini belirtmişlerdir.

Wilkinson ve ark. (2007), Epiphany/Resilon ve AH-Plus/güta perka ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanım değerlerinin, şekillendirilmiş ancak herhangi bir sealer ya da kanal dolgu materyali ile doldurulmamış pozitif kontrol grubuyla anlamlı bir farklılık göstermediğini belirtmişlerdir.

Ulusoy ve ark. (2011), Hybrid Root SEAL (MetaSEAL) ve güta perka/Resilon kon kombinasyonlarının, dişlerin kırılma dayanımlarını, diğer deney gruplarına ve klinikte konvansiyonel olarak kullanılan AH Plus-güta perka grubuna oranla anlamlı olarak yüksek bulunmuştur.

Williams ve ark. (2006), dentinin elastikiyet modülünün, dentin tübüllerinin oryantasyonuna bağlı olarak 14.0-18.6 GPa arasındaki değerlerde olduğunu belirtmiştir. Kök kanal dolgu materyallerinin kökleri kuvvetlendirebilmeleri için, kullanılan kor materyali ve sealerın elastikiyet modülü ve bağlanma dayanımının dentine yakın değerlerde olması gerekmektedir. Güta perkanın elastikiyet modülü 74-79 MPa ve Resilonun ise 87-129 MPa'dır ve elastikiyet modülleri, dentine oranla 175-230 kat daha düşüktür. Resilon ve güta perka kor materyalleri, elastomerik polimerlerin fiziksel

özelliklerini göstermektedir ve materyallerde dayanım stresleri altında akma veya uzama meydana gelmektedir. Tay ve Pashley (2007), kök kanallarının doldurulmasında kullanılan kor materyallerinin düşük rijiditeleri ve plastik özellikleri ile diş kökünü yapısal anlamda kuvvetlendirecek etki sağlayamayacaklarını vurgulamışlardır. Bununla birlikte, kullanılan sealerların da, kor materyaline bağlanabilmesi ve fiziksel özelliklerinin (baskı dayanımı-compressive strength, çekme dayanımı-tensile strength, elastikiyet modülü ve kırılma dayanımı) kök dentinine yakın olması gerekmektedir. Örneğin, AH Plus ve RealSeal' ın baskı ve çekme dayanımları ile kor materyalleriyle karşılaştırıldığında elastikiyet modülleri benzerdir ancak dentinle kıyaslandığında, bu değerler dişlerin kırılma dayanımını arttırabilmek için oldukça düşüktür (Jainen ve ark.2009).

Johnson ve ark. (2000) sadece yeterli materyalin kök kanalına uygulanabildiği, ince duvarlara sahip açık apeksli dişlerde, diş yapısının direncinin artabileceğini belirtmişlerdir. Arı ve Özçopur (2006), farklı içerikteki kanal dolgu patlarının güta perka kullanılmaksızın *push-out* bağlantı dayanımlarını ölçmüşler ve bu şekilde patın bağlanabilirliğinin daha net ölçülebileceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da patların güta perka ile kombine kullanılmış olması, kullanılan pat oranını azaltmış ve patlar arasındaki kırılma dayanım farkının göz ardı edilmesine neden olmuş olabilir.

Sonuçlar

1. Çalışmamızda, dişlerin uzun eksenine paralel ve vertikal yönde kuvvet uygulanması sonucunda, köklerin %85'inde (420/357) BL yönde, %15' inde (420/63) ise MD yönde kırık gözlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan alt keser dişlerin benzer morfolojik özellikler göstermesi de gözönüne alındığında, kırılma yönlerinde farklılık görülmesi, kök dentininde oluşan stres dağılımının, iki farklı yönde kırık oluşumuna neden olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, alt keser dişlerin köklerinde oluşan kırıkların çoğunlukla BL yönde olduğunu ortaya koymaktadır.

2. Çalışmamızda, 400 adet alt keser dişte kemomekanik şekillendirme yapılmıştır. Çalışmamız sırasında bu dişlerin 274 tanesinde (%68.5) tek kök kanalı ve tek apikal foramen morfolojisi (Vertucci, Tip 1), kalan 126 (%31.5) dişte ise iki kök kanalı ve tek apikal foramen (Vertucci, Tip 2) gözlenmiştir. Çalışmamızda Vertucci, Tip 3 ve Tip 4

kök kanal morfolojisi gösteren alt keser dişe rastlanmamıştır. Alt kesici dişlere uygulanan endodontik tedavilerdeki başarısızlık nedenlerinden biri de, ikinci kanal varlığının tespit edilememesi, dolayısıyla da bu kanallarda kemomekanik şekillendirme ve kanal dolgusu işlemlerinin yapılamamasıdır. Bulgularımıza göre, alt kesici dişlerde % 31.5 oranında ikinci bir kanal bulunmaktadır.

3. Çalışmamızda kemomekanik şekillendirme ve/veya medikament uygulanan dişler (kontrol 2- grup 15-13-16-14) [*Taper 2 Ca(OH)*+, 875,21±222,25], [*Taper 2 Ca(OH)*-, 897,16±152,14], [*Taper 4 Ca(OH)*+, 900,76±186,07], [*Taper 4 Ca(OH)*-, 902,56±156,79], intakt dişlerden (kontrol 1-grup 21) (1116,33±287,61) istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük kırılma dayanımları göstermiştir ($p<0,05$). Bu bulgular, kemomekanik preparasyonun, dişlerin kırılma dayanımını anlamlı oranda azalttığını göstermektedir.

4. Çalışmamızda, .02 ve .04 taper ile apikal genişletme yapılan grupların (grup 13-14) kırılma dayanım değerleri (*Taper 2*, 897,16±152,14- *Taper 4*, 902,56±156,79) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p>0,05$). Bu bulgular, .02 ve .04 taper ile kanal preparasyonu yapılan dişlerin kırılma dayanımları arasında bir fark oluşmadığını göstermektedir. Kural preparasyonun .06/30 ve apikal preparasyonun .02/30 ve .04/30 numaralı döner aletler ile yapıldığı küçük hacimli alt kesici dişlerde, kırılma dayanımı açısından farka rastlanmaması, endodonti kliniklerinde, .04 taperla apikal bölge preparasyonunun güvenle yapılabileceğini ortaya koymaktadır.

5. Çalışmamızda, kemomekanik şekillendirme yapılan ve medikament uygulanan kontrol grupları (grup 15-16)- (*Taper 2 Ca(OH)*+, 875,21±222,25- *Taper 4 Ca(OH)*+, 900,76±186,07) ile medikament uygulanmayan grupların (grup 13-14)- (*Taper 2 Ca(OH)*-, 897,16±152,14- *Taper 4 Ca(OH)*-, 902,56±156,79) kırılma dayanım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Bu bulgular, 7 gün süresince kanal medikasyonunun, alt keser dişlerin kırılma dayanımını etkilemediğini göstermektedir.

6. Çalışmamızda kullanılan sealerlar (MetaSEAL, Activ GP, EndoSequence BC Sealer, AH Plus) ile kanal dolgusu yapılan dişlerin kırılma dayanım değerleri ile intakt dişler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$), (Tablo 4-4). Bu bulgular, kemomekanik şekillendirme yapılan ve/veya medikament uygulanan

dişlerin kırılma dayanımlarının, çalışmamızda kullanılan sealerlar ile kanal dolgularının yapılması durumunda, intakt dişler kadar arttırılabileceğini ortaya koymaktadır.

7. Çalışmamızda, kemomekanik işlem yapılan ve boş bırakılan Kontrol 2 gruplarıyla MetaSEAL, Activ GP ve EndoSequence BC Sealer kanal patlarıyla kanal dolgusu yapılan grupların istatistiksel olarak ikili karşılaştırmalarında anlamlı bulgular ortaya çıkmıştır. Bu bulgulara göre en yüksek kırılım değerleri sırasıyla Activ GP, MetaSEAL ve EndoSequence BC Sealer' da görülmüştür. AH Plus grubunda ise Kontrol 2 grubuna kıyasla ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bu durum, çalışmamızda kullanılan sealerların, alt keser dişlerin kırılma dayanımlarına farklı derecelerde etki ettiğini ortaya koymaktadır.

8. Çalışmamızda Activ GP patı ile kanal dolgusu yapılan gruplarda, Kontrol 2 grubuna kıyasla, en yüksek kırılma dayanım değerleri elde edilmiştir (Tablo 4-3). Activ GP patı ile kanal dolgusu yapılan dişlerin (grup 1-3-2-4) kırılma dayanım değerleri kemomekanik şekillendirme ve/veya medikament uygulanan gruplara (kontrol 2- grup 15-13-16-14) oranla yüksektir (Tablo 4-3). Bu değerler, ***Taper 2- Ca(OH)₂ (+) (1107,06±213,78)***, ***Taper 2- Ca(OH)₂ (-) (1176,93±325,29)*** ve ***Taper 4- Ca(OH)₂ (-) (1091,67±179,02)*** gruplarında (grup 1-3-4), istatistiksel olarak anlamlılık göstermektedir (p=0.037), (p=0.004), (p=0.046), (Tablo 4-4). Bu bulgular, endodontik işlemler sonrasında düşen kırılma dayanım değerlerinin, Activ GP patı ile kanal dolgusu yapılması durumunda, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yükselebileceğini ve Activ GP kanal patının kullanıldığı vakalarda, diş direncinin daha yüksek kırılma değerlerine ulaşabileceğini göstermektedir.

9. Çalışmamızda, MetaSEAL (grup 10, ***Taper 4-Ca(OH)₂ + (1170,79±216,24)***) ve EndoSequence BC Sealer (grup 6, ***Taper 4- Ca(OH)₂ (+) (1109,9±192,2)***) ile kanal dolgusu yapılan grupların kırılma dayanım değerleri, .04 taper ile kemomekanik şekillendirme yapılan ve medikament uygulanan gruba (kontrol 2- grup 16) (***Taper 4- Ca(OH)₂ +, 900,76±186,07***) oranla istatistiksel olarak anlamlılık göstermektedir (p=0.003), (p=0.041), (Tablo 4-4). Bu bulgular, köklerin endodontik işlemler sonrasında düşen kırılma dayanım değerlerinin, MetaSEAL ve EndoSequence BC Sealer patı ile kanal dolgusu yapılması durumunda, Activ GP patına kıyasla daha az fakat istatistiksel olarak bir miktar artabileceğini ortaya koymaktadır.

10. Çalışmamızda, AH Plus ile kanal dolgusu yapılan grupların kırılma dayanım değerleri (grup 17-19-18-20), (*Taper 2-Ca(OH)₂* + 1032,28±228,67- *Taper 2-Ca(OH)₂* - 935,38±153,76- *Taper 4-Ca(OH)₂* + 1048,98±222,57- *Taper 4-Ca(OH)₂* - 991,65±215,99), kemomekanik şekillendirme ve/veya medikament uygulanan gruplara (kontrol 2- grup 15-13-16-14) (*Taper 2-Ca(OH)₂* +, 875,21±222,25), (*Taper 2-Ca(OH)₂*- 897,16±152,14), (*Taper 4-Ca(OH)₂* +, 900,76±186,07), (*Taper 4-Ca(OH)₂* - 902,56±156,79) oranla yüksektir (Tablo 4-3). AH Plus/güta perka ile kanal dolgusu yapılan gruplar (grup 17-19-18-20), şekillendirilmiş ancak kanal dolgusu yapılmamış kontrol 2 gruplarından (grup 15-13-16-14) daha yüksek kırılma dayanım değerleri göstermekle beraber, bu etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgular, AH Plus'ın kök dentininin kırılma dayanımının artmasında, istatistiksel olarak anlamlı bir etki sağlamadığını göstermektedir (p>0.05), (Tablo 4-4).

6. KAYNAKLAR

Abbot, P.V. (1991). A SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int. Endod. J.*, **24**, 308-316.

Alaçam, T. (1987). Scanning electron microscope study comparing the efficacy of endodontic irrigating systems. *Int. Endod. J.*, **20**, 287-294.

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

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

Ahlquist, M., Henningsson, O., Hultenby, K., Ohlin, J. (2001). The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canals: a scanning electron microscopy study. *Int. Endod. J.*, **34**, 533-537.

Akman, M., Akman, S., Derinbay, O., Belli, S.(2010). Evaluation of gaps or voids occurring in roots filled with three different sealers. *Eur J Dent*, **4**, 101–9.

Albrecht, L.J., Baumgartner, J.C., Marshal ,J.G. (2004). Evaluation of apical debris removal using various size and tapers of Profile GT files. *J Endod*, **30**, 425-8.

Al-Jadaa, A., Paque, F., Attin, T., Zehnder, M. (2009). Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *Int. Endod. J.* **42**, 59-65.

Ames, J.M., Loushine, R.J., Babb, B.R. (2009). Contemporary Resin-based root canal sealers exhibit different degrees of ex vivo cytotoxicity when cured in their selfcured mode. *J Endod*, **35**, 225–8.

Andreassen, J.O., Farik, B., Munksgaard, E.C. (2002). Long term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol*, **18**, 134-7.

Apicella, M.J., Loushine, R.J., West, L.A., Runyan, D.A. (1999). A comparison of root fracture resistance using two root canal sealers. *Int Endod J*, **32**, 376-380.

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

Ari, H., Erdemir, A., Belli, S. (2004). Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod*, **30**, 792-795.

Ari, H., Erdemir, A. (2005). Effects of endodontic irrigation solutions on mineral content of root canal dentin using ICP-AES technique. *J Endod*, **31**, 187-189.

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

Arola, D.D., Reppel, R.K. (2006). Tubule orientation and the fatigue strength of human dentin. *Biometarials*, **27**, 2131-40.

Arvaniti, I., Khabbaz, M. (2011). Influence of Root Canal Taper on its Cleanliness: A Scanning Electron Microscopic Study. *J Endod*, **37**, 871-874.

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

Baba, S.M., Grover, S.I., Tyagi, V. (2010). Fracture resistance of teeth obturated with gutta percha and Resilon: an in vitro study. *J Conserv Dent*, **13**, 61-4.

Bachicha, W.S., DiFiore, P.M., Miller, D.A., Lautenschlager, E.P., Pashley, D.H. (1998). Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *J Endod*, **24**, 703-708.

Balvedi, R.P., Versiani, M.A., Manna, F.F., Biffi, J.C. (2010). A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J*, **43**, 763-8.

Barbosa, S.V., Safavi, K.E., Spangberg, S.W. (1994). Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentine. *Int Endod J*, **27**, 309-12.

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

Baumann, M.A. (2005). Reamer with alternating cutting edges- concept and clinical application. *Endodontic Topics*, **10**, 176-8.

Baumgartner, J.C., Cuenin, P.R. (1992). Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod*, **18**, 605-612.

Beltes, P., Koulaouzidou, E., Kolokuris, I., Kortsaris, A.H. (1997). In vitro evaluation 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.

Bergmans, L., Van, C.J., Wevers, M., Lambrechts, P. (2001). A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod*, **34**, 390-398

Bier, C.A., Shemesh, H., Tanomaru,-F.M. (2009). The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod*, **35**, 236–8.

Biven, G.M., Bapna, M.S., Heuer, M.A. (1972). Effect of eugenol and eugenol-containing root canal sealers on the microhardness of human dentine. *Journal of Dental Research*, **51**, 1602–9.

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

Bodrumlu, E., Tunga, U. (2006). Apical leakage of Resilon obturation material. *J Contemp Dent Pract*, **7**, 47-52.

Britto, L.R., Borer, R.E., Vertucci, F.J., Haddix, J.E., Gordan, V.V. (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.

Briseno, B.M., Wirth, R., Hamm, G., Standhartinger, W. (1992). Efficacy of different irrigation methods and concentrations of root canal irrigation solutions on bacteria in the root canal. *Endod Dent Traumatolgy*, **8**, 6-11.

Brown, R.C., Jackson, C.R., Skidmore, A.E. (1994). An evaluation of apical leakage of a glass ionomer root canal sealer. *J Endod*, **20**, 288-291

Buchanan, L.S. (2000). The standardized-taper root canal preparation: part 1- concepts for variably tapered shaping instruments. *Int Endod J*, **33**, 516-529.

Bystrom, A., Claesson, R., Sundqvist, G. (1985). The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol*, **1**, 170-175.

Bystrom, A., Sundqvist, G. (1985). The Antibacterial Action of Sodium Hypochlorite and EDTA in 60 Cases of Endodontic Therapy. *Int Endod J*, **18**, 35-40.

Calberson, F.L., Deroose, C.A., Hommez, G.M., De Moor, R.J. (2004). Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals. *Int Endod J*, **37**, 613-23.

Caliskan, M.K., Turkun, M., Turkun, L.S. (1998). Effect of calcium hydroxide as an intracanal dressing on apical leakage. *Int. Endod. J.*, **31**, 173-177.

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

Calt, S, Serper, A. (1999). Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J. Endod.*, **25**, 431-433.

Calt S, Serper A. (2002). Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod*, **28**, 17-9.

Cameron, J.A. (1988). The use of ultrasound for the removal of the smear layer. The effect of sodium hypochlorite concentration: SEM study. *Aust. Dent. J.*, **33**, 193-200.

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

Carvalho, C.A.T., Valera, M.C., Oliveira, L.D., Camargo, C.H.R. (2005). Structural resistance in immature teeth using root reinforcements in vitro. *Dent Traumatol*, **21**, 155-9.

Cavel, W.T., Kelsey, W.P., Blankenhall, R.J. (1985). An *in vivo* study of cuspal fracture. *Journal of Prosthetic Dentistry*, **53**, 38-41.

Cheng, R., Zhou, X.D., Liu, Z., Yang, H., Gao, Q.H., Hu, T. (2009). Finite element analysis of the effects of three preparation techniques on stresses within roots having curved canals. *Int Endod J*, **42**, 220–6.

Cheron, A.R., Marshall, J.S., Goodish, E.H. Peters, A.O. (2011). Nanomechanical Properties of Endodontically Treated Teeth. *J Endod*, **37**, 1562–1565.

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

Chung, H.A., Titley, K., Torneck, C.D., Lawrence, H.P., Freidman, S. (2001). Adhesion of glass-ionomer cement sealers to bovine dentin conditioning with intracanal medications. *J. Endod.*, **27**, 85-88.

Ciucchi, B. (1989). The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int. Endod. J.*, **22**, 21-28.

Cobankara, F.K., 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.

Cohen, B.D., Combe, E.C., Lilley, J.D. (1992). Effect of thermal placement techniques on some physical properties of gutta-percha. *Int Endod J*, **25**, 292-296.

Cohen, B.I., Pagnillo, M.K., Musikant, B.L., Deutsch, A.S. (2000). An in vitro study of the cytotoxicity of two root canal sealers. *J Endod*, **26**, 228–9.

Coldero, G., McHugh, S., Mackenzie, D., Saunders, P. (2002). Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. *Int. Endod J*, **35**, 437-46.

Cruz-Filho, A.M., Sousa-Neto, M.D., Saquy, P.C., Pécora, J.D. (2001). Evaluation of the effect of EDTAC, CDTA, and EGTA on radicular dentin microhardness. *J Endod*, **27**, 183-184.

Cvek, M. (1992). Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol*, **8**, 45–55.

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

Dalton, B.C., Orstavik, D., Phillips, C., Pettiette, M., Trope, M. (1998). Bacterial Reduction with Nickel-Titanium Rotary Instrumentation. *J Endod*, **11**, 763-767.

De Assis, F.D., Do Prado, M., Simao, A.R. (2011). Evaluation of the Interaction between Endodontic Sealers and Dentin Treated with Different Irrigant Solutions. *J Endod*, **37**, 1550–1552.

De-Deus, G., Namen, F., Galan, J., Zehnder, M. (2008). Soft chelating irrigation protocol optimizes bondint quality of Resilon/Epiphany root fillings. *J Endod*, **34**, 703-5.

De-Deus, G., Paciornik, S., Pinho, M.H., Prioli, R. (2006). Real-time atomic force microscopy of root dentine during demineralization when subjected to chelating agents. *Int Endod J*, **39**,683-692.

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

Di Renzo, M., Ellis, T.H., Sacher, E., Stangel, I. (2001). A photoacoustic FTIRS study of the chemical modifications of human dentin surfaces: II. Deproteination. *Biomaterials*, **22**, 793-7.

Donadio, M., He, J., Wang, Y.H., Safavi, K.E., Zhu, Q. (2009). Cytotoxicity evaluation of Activ GP and Resilon sealers in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **107**, 74-78.

Doyle, M.D., Loushine, R.J., Agee, K.A., Gillespie, W.T., Weller, R.N., Pashley, D.H., Tay, F.R. (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.

Doyon, G.E., Dumsha, T., von Fraunhofer, J.A.(2005). Fracture resistance of human root dentin exposed to intracanal calcium hydroxide. *J Endod*, **31**, 895–7.

Driscoll, C.O., Dowker, S.E., Anderson, P., Wilson, R.M., Gulabivala, K. (2002). Effects of sodium hypochlorite solution on root dentine composition. *Journal of Materials Science Materials in Medicine*, **13**, 219-223.

Druttman, A.C., Stock, C.J. (1989). An in vitro comparison of ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. *Int. Endod. J.*, **22**, 174-178.

Economides, N., Kokorikos, I., Kolokouris, I., Panagiotis, B., Gogos, C. (2004). Comparative study of apical sealing ability of a new resin-based root canal sealer. *J Endod*, **30**, 403-5.

ElAyouti, A., Chu, L., Kimionis, I., Klein, C., Wieger, R., Löst, C. (2008). Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *Int. Endod. J*, **41**, 1088-1092.

Eldeniz, A.Ü., 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.

Erdemir, A., Ari, H., Gungunes, H., Belli, S. (2004). Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod*, **30**, 113-6.

Erdoğan, S. (2004). Sürekli değişkenler için güvenilirlik analizinde kullanılan ilişki katsayılarının değişken varyansından ve etki büyüklüğünden etkilenme durumları. Mersin Üniv. Sağ. Bil. Ens. Biyoistatistik A.B.D. Yüksek Lisans Tezi. Mersin.

Erisen, R., Yucel, T., Kucukay, S. (1989). Endomethasone root canal filling material in the mandibular canal: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **68**, 343-345.

Filipov, I.A., Vladimirov, S.B. (2006). Residual monomer in a composite resin after lightcuring with different sources, light intensities and spectra of radiation. *Braz Dent J*, **17**, 34-8.

Fisher, M., Berzins, D., Bahcall, J. (2007). An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod*, **33**, 856-858.

Flores, D.S., Rached-Júnior, F.J., Versiani, M.A., Guedes, D.F., Sousa-Neto, M.D., Pécora, J.D. (2011). Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int Endod J*, **44**, 126-135

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

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

Forman, G.H., Ord, R.A. (1986). Allergic endodontic angioedema in response to periapical Endomehasone. *Br Dent J*, **160**, 348-350.

Frank, A. (1966). Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. *J. Am. Dent. Assoc.*, **72**, 87-93.

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 Oral Radiol Endod*, **73**, 609-612.

Fuss, Z., Lustig, J., Tamse, A. (1999). Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. *Int Endod J*, **32**, 283-286.

Garberoglio, R., Brännström, M. (1976). Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol*, **21**, 355-362.

Gaston, B.A., West, L.A., Liewehr, F.R., Fernandes, C., Pashley, D.H. (2001). Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod*, **27**, 321-324.

Gesi, A., Raffaelli, O., Goracci, C., Pashley, D., Tay, F.R., Ferrari, M. (2005). Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod*, **31**, 809-13.

Gettleman, B.H., Messer, H.H., ElDeeb, M.E. (1991). Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *J Endod*, **17**, 15-20.

Ghoneim, A.G., Lutfy, R.A., Sabet, N.E., Fayyad, D.M. (2011). Resistance to Fracture of Roots Obturated with Novel Canal-filling Systems. *J Endod*, **37**, 1590-2.

Gillespie, W.T., Loushine, R.J., Weller, R.N., Mazzoni, A., Doyle, M.D., Waller, J.L., Pashley, D.H., Tay, F.R. (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.

Glossen, C., Haller, R., Dove, S., Del Rio, C. (1995). A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-flex endodontic instruments. *J Endod*, **21**, 146-151.

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.

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

Goldberg, F., Kaplan, A., Roitman, M., Manfre, S., Picca, M. (2002). Reinforcing effect of a resin glass ionomer in the restoration of immature roots in vitro. *Dent Traumatol*, **18**, 70 –2.

Goldman, M., Goldman, L.B., Cavaleri, R., Bogis, J., Lin, P.S. (1982). The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J Endod*, **11**, 487-492.

Goldsmith, M., Gulabivala, K., Knowles, J.C. (2002). The effect of sodium hypochlorite irrigant concentration on tooth surface strain. *J Endod*, **28**, 575-579.

Gomes, B.P.F.A., Vianna, M.E., Sena, N.T., Zaia, A.A., Ferraz, C.C.R. (2006). Filho F.J.S. In Vitro Evaluation of the Antimicrobial Activity of Calcium Hydroxide Combined With Chlorhexidine Gel Used as Intracanal Medicament. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,

Gordan, V.V., Vargas, M.A., Cobb, D.S., Denehy, G.E. (1997). Evaluation of adhesive systems using acidic primers. *Am J Dent*, **10**, 219-223.

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

Gokyay, S.S. (2008). Geleneksel Güta perka Yöntemi ve Yeni Bir Endodontik Bonding Sistemi ile Doldurulan Kök Kanallarında Dentin Adezyonunun ve Mikrosızıntının İncelenmesi. İst. Üniv. Sağ. Bil. Ens., Endodonti ABD. Doktora Tezi. İst.

Grande, N.M., Plotino, G., Lavorgna, L. (2007). Influence of different root canal filling materials on the mechanical properties of root canal dentin. *J Endod*, **33**, 859–63.

Grawehr, M., Sener, B., Waltimo, T., Zehnder, M. (2003). Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J*, **36**, 411-7.

Griffiths, B.M., Stock, C.J.R. (1986). The efficiency of irrigants in removing root canal debris when used with an ultrasonic preparation technique. *Int. Endod. J*, **19**, 277-284.

Grigoratos, D., Knowles, J., Ng, Y-L., Gulabivala, K. (2001). Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J*, **34**, 113-9.

Gu, L.S., Kim, J.R., Ling, J., Choi, K.K., Pashley, D.H., Tay, F.R. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*, **35**, 791-804.

Guelzow, A., Stamm, O., Martus, P., Kielbassa, A.M. (2005). Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*, **38**, 743-52.

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

Gulabivala, K. (1995). Restoration of the root-filled tooth. In: Gulabivala K, Walker RT, Goodman JR, Stock CJR, eds. *Color Atlas and Text of Endodontics*, 2nd edn. London, UK: Times Mirror International Publishers, Mosby-Wolfe, 241–72.

Gutiérrez, J.H., Garcíá, J. (1968). Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **25**, 108-16.

Gutmann, J.L. (1992). The dentine–root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*, **67**, 458–67.

Haapasalo, M., Orstavik, D. (1987). In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res*, **66**, 137-159.

Haapasalo, M., Endal, U., Zandi, H., Coil, J.M. (2005). Eradication of Endodontic Infection by Instrumentation and Irrigation Solutions. *Endod Topics*, **10**, 77-102.

Haga, C.S. (1968). Microscopic measurements of root canal preparations following instrumentation. *J Br Endod Soc*, **2**, 41-6.

Haikel, Y., Gorce, F., Allemann, C., Voegel, J.C. (1994). *In vitro* efficiency of endodontic irrigation solutions on protein desorption. *Int Endod J*, **27**, 16-20.

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.

Hammad, M., Qualtrough, A., Silikas, N. (2007). Effect of new obturating materials on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Endod*, **33**, 732-6.

Hanada, T., Quevedo, C.G.A., Okitsu, M. Yoshioka, T., Iwasaki, N., Takahashi, H., Suda, H. (2009). Effects of new adhesive resin root canal filling materials on vertical root fractures. *Australian Endodontic Journal*, 1-5.

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

Hansen, E.K., Asmussen, E. (1993). Cusp fracture of endodontically treated posterior teeth restored with amalgam – Teeth restored in Denmark before 1975 versus after 1979. *Acta Odontologica. Scandinavica.*, **51**, 73–7.

Hauman, C.H., Love, R.M. (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, A.R., Melnick, S., Schilder, H. (1972). Determination of moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **34**, 661-670.

Hemalatha, H., Sandeep, M., Kulkarni, S., Yakub, S.S.(2009). Evaluation of fracture resistance in simulated immature teeth using Resilon and Ribbond as root reinforcements: an in vitro study. *Dent Traumatol*, **25**, 433–8.

Hennequin, M., Douillard, Y. (1995). Effects of citric acid treatment on the Ca, P and Mg contents of human dental roots. *J Clin Periodontol*, **22**, 550-557.

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, J.R. (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.

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

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

Hoskinson, S.E., Ng, Y.L., Hoskinson, A.E., Moles, D.R., Gulabivala, K. (2002). A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **93**, 705–15.

Hosoya,N., Kurayama, H., Lino, F., Arai., T. (2004). Effects of calcium hydroxides on physical and sealing properties of canal sealers. *Int Endod J*, **37**, 178-184.

Hsieh, Y.D., Gau, C.H., Kung Wu, S.F., Shen, E.C., Hsu, P.W., Fu, E. (2007). Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int Endod J*, **40**, 11-17.

Hu, X., Ling, J., Gao, Y. (2010). Effects of irrigation solutions on dentin wettability and roughness. *J Endod*, **36**, 1064–7.

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

Hülsmann, M., Heckendorff, M., Lennon, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*, **36**, 810-30.

Hülsmann, M., Peters, O.A., Dummers, P.M.H. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and mean. *Endod Topics*, **10**, 30-76.

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, J.E., Bakland, L.K. (2002). Endodontics. 5th ed. Ontorio, Canada: BC Decker.

Isabela, N.R. Jose, F.S., Katia, R.N.S. (2004). Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod*, **30**, 315-320.

Jacobson, H.L., Xia, T., Baumgartner, J.C., Marshall, J.G., Beeler, W.J. (2002). Microbial leakage evaluation of the continuous wave of condensation. *J Endod*, **28**, 269-271.

Jainaen, A., Palamara, J.E., Messer, H.H. (2009). The effect of resin-based sealers on fracture properties of dentine. *Int Endod J*, **42**, 136–43.

Johnson, M.E., Stewart, G.P., Nielsen, C.J., Hatton, J.F. (2000). Evaluation of root reinforcement of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **90**, 360-364

Johnson, W.T., Gutmann, J.L. (2006). Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: Pathways of the Pulp. Eds: Cohnen S, Hargreaves KM. 9th ed. Mosby-Elsevier., St Louis, MO p.358-399.

Johnson, W.T., Noblett, W.C. (2009). Cleaning and shaping. In: *Endodontics: Principles and practice*. Ed.: M. Torabinejad, R.E. Walton. 4th ed. Saunders Elsevier, Chapter 15.

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.

Karapinar Kazandag, M., Sunay, H., Tanalp, J., Bayirli, G. (2009). Fracture resistance of roots using different canal filling systems. *Int Endod J*, **42**, 705–10.

Kawasaki, K., Ruben, J., Stokroos, I., Takagi, O., Arends, J. (1999). The remineralization of EDTA-treated human dentine. *Caries Res*, **33**, 275-280.

Kenee, D.M., Allemang, J.D., Johnson, J.D., Hellstein, J., Nichol, B.K. (2006). A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *J Endod*, **32**, 563-5.

Key, J.E., Rahemtulla, F.G., Eleazer, P.D. (2006), Cytotoxicity of a new root canal filling material on human gingival fibroblasts. *J Endod*, **32**, 756-758.

Khera, S.C., Carpenter, C.W., Vetter, J.D., Staley, R.N. (1990). Anatomy of cusps of posterior teeth and their fracture potential. *Journal of Prosthetic Dentistry*, **64**, 139–47.

Kim, H.C., Lee, M.H., Yum, J., Versluis, A., Lee, C.J., Kim, B.M. (2010). Potential Relationship between Design of Nickel-Titanium Rotary Instruments and Vertical Root Fracture. *J Endod*, **36**, 1195-1199.

Kim, S.K., Kim, Y.O. (2002). Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int. Endod. J.*, **35**, 623-628.

Kinney, J.H., Balooch, M., Marshall, G.W., Marshall, S.J. (1999). A micromechanics model of the elastic properties of human dentine. *Arch Oral Biol*, **44**, 813-22.

Kinney, J.H., Marshall, S.J., Marshall, G.W. (2003). The mechanical properties of human dentin: a critical review and reevaluation of the dental literature. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, **14**, 13–29.

Kishen, A. (2006). Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. *Endodontic Topics*, **13**, 57–83.

Koch, K., Brave, D.G. (2006). Activ GP: a single-cone obturation technique. *Inside Dentistry*, 76-7.

Koch, K., Brave, D. (2009). A New day has dawned. The increased use of bioceramics in endodontics. www.dentaltown.com. p.:39.

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

Kontakiotis, E.G., Wu, M.K. Wesselink, P.R. (1997). Effect of calcium hydroxide dressing on seal of permanent root filling. *Endodontics and Dental Traumatology*, **13**, 281-4.

Kossev, D., Stefanov, V. (2009). Ceramics-based sealers a new alternative to currently used endodontics sealers. *Roots*, **1**: 42-48.

Köse, M. (2004). Kalsiyum içerikli Materyallerin Mikroorganizmalar Üzerindeki Antimikrobiyal Etkilerinin incelenmesi. İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dis Hastalıkları ve Tedavisi Anabilimdalı, Doktora Tezi, İstanbul.

Kum, K.Y., Kazemi, R.B., Cha, B.Y., Zhu, Q. (2006). Smear layer production of K3 and ProFile Ni-Ti rotary instruments in curved root canals: a comparative SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **101**, 536-41.

Kurtzman, G.M. (2007). Simplifying endodontics with endosequence rotary instrumentation. *J. Calif. Dent. Assoc*, **35**, 625-628.

Kuruvilla, J.R., Kamath, M.P. (1998). Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *J Endod*, **24**, 472- 476.

Küçükay, S., Küçükay, I., Yılmaz, B. (2004). Kök Kanalı Şekillendirme Yöntemleri, İstanbul.

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

Lambrianidis, T., Margelos, J., Beltes, P. (1999). Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod*, **25**, 85-8.

Lawley, G.R., Schindler, W.G., Walker, W.A., Kolodrubetz, D.(2004). Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. *J Endod*, **30**,167-72.

Lawson, M.S., Loushine, B., Mai, S. (2008). Resistance of a 4-META-containing, methacrylate-based sealer to dislocation in root canals. *J Endod*, **34**, 833-7.

Lee, C.O., Harandi, L., Cobb, C.M. (1997). Evaluation of glass ionomer as an endodontic sealant: an in vitro study. *J Endod*, **23**, 209-212.

Lee, K.W., Williams, M.C., Camps, J.J., Pashley, D.H. (2002). Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod*, **28**, 684-688.

Lee, S.J., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (2004). The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals. *Int Endod J*, **37**, 607-612.

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

Leonardo, M.R., da Silva, L.A., de Leonardo R.T., Utrilla L.S., Assed, S. (1993). Histological evaluation of the therapy using a calcium hydroxide dressing for teeth with incompletely formed apices and periapical lesions. *J Endod*, **19**, 348-52.

Leonardo, M.R., da Silva, L.A., Tanomaru, F.M., Bonifacio, K.C., Ito, I.Y. (2000). In vitro evaluation of antimicrobial activity of sealers and pastes used in endodontics. *J Endod*, **26**, 391-394.

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

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

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

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.

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

Loushine, B., Bryan, T., Looney, S., Gillen, B., Loushine, R., Weller, N., Pashley, D., Tay, F. (2011). Setting properties and cytotoxicity of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod*, **37**, 673-677.

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.

Marending, M., Luder, H.U., Brunner, T.J. (2007). Effect of sodium hypochlorite on human root dentine—mechanical, chemical and structural evaluation. *Int Endod J*, **40**, 786–93.

Marshall, G.W., Marshall, S.J., Kinney, J.H., Balooch, M. (1997). The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of Dentistry*, **25**, 441-458.

Margelos, J., Eliades, G., Verdelis, C., Palaghias, G. (1997). Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *J Endod*, **23**, 43-48.

Mayhew, J.T., Eleazer, P.D., Hnat, W.P. (2000). Stress analysis of human tooth root using various root canal instruments. *J Endod*, **26**, 523–4.

McCulloch, A.J., Smith, B.G. (1986). In vitro studies of cusp reinforcement with adhesive restorative material. *Br Dent J*, **161**, 450-452.

McMichen, F.R., 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, T.J., Gerstein, H. (1980). Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **49**, 243-253.

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

Mikrogerorgis, G., Molyvdas, I., Lyroudia, K., Nikolaidis, N., Pitas, I. (2006). A new methodology for the comparative study of the root canal instrumentation techniques based on digital radiographic image processing and analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **101**, 125-131.

Mjör, I.A., Orstavik, D. (1985). Endodontics. In: *Dental Materials: Biological Properties and Clinical Evaluations* Ed: Mjör IA, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, p.125-135.

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

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

Monteiro, J., Ataide N.I., Chalakkal, P., Chandra K.P. (2011). In vitro resistance to fracture of roots obturated with resilon or gutta-percha. *J Endod*, **37**, 828-831.

Monticelli, F., Sword, J., Martin, R.L., Schuster, G.S., Weller, N., Ferrari, M., Pashley, H., Tay, R. (2007). Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. *Int Endod J*, **40**, 374-85.

Morfis, A.S. (1990). Vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **68**, 631-635.

Morrison, B., Sidow, S., McNally, K., McPherson, J., Chuang, A. (2011). An In Vitro Evaluation of the Growth of Human Periodontal Ligament Fibroblasts after Exposure to a 4-META-containing Methacrylate-based Endodontic Sealer. *J Endod*, **37**, 803-806

Nair, P.N.R. (2004). Pathogenesis of Apical Periodontitis and the Causes of Endodontic Failures. *Oral Biol Med*, **15**, 348-81.

Nair, P., Sjögren, U., Krey, G., Kahnberg, K., Sundqvist, G. (1990). Intraradicular bacteria and fungi in root-filled asymptomatic human teeth with therapy resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow up study. *J Endod*, **16**, 580-8.

Nalla, R.K., Kinney, J.H., Marshall, S.J. (2004). On the in vitro fatigue behavior of human dentin: effect of mean stress. *J Dent Res*, **83**, 211-5.

Nandini, S., Velmurugan, N., Kandaswamy, D. (2006). Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT. an vitro study. *J Endod*, **32**, 1097-101.

Nerwich, A., Figdor, D., Messer, H.H. (1993). pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod.*, **19**, 302-306.

Ng, Y-L., Mann, V., Rahbaran, S., Lewsey, J., Gulabivala, K. (2008). Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature – Part 2. Influence of clinical factors. *International Endodontic Journal*, **41**, 6–31.

Nielson, B.A., Craig, B.J. (2007). Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod*, **33**, 611–5.

Niu, W., Yoshioka, T., Kobayashi, C., Suda, H. (2002). A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *International Endodontic Journal*, **35**, 934-939.

Nunes, H.V., Silva, G.R., Alfredo, E., Neto-Sousa, D.M., Sousa-Silva, C.T.Y. (2008). Adhesion of Epiphany and AH-Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. *Braz Dent J*, **19**,46-50.

Obermayr, G., Walton, R.E., Leary, J.M., Krell, K.V. (1991). Vertical root fracture and relative deformation during obturation and post cementation. *J Prosthet Dent*, **66**, 181-187.

O'Connell, M.S., Morgan, L.A., Beeler, W.J., Baumgartner, J.C. (2000). A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod*, **26**, 739-743.

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

Onnink, P.A., Davis, R.D., Wayman, B.E. (1994). An in vitro comparison of incomplete root fractures associated with three obturation techniques. *J Endod*, **20**, 32–7.

Orstavik, D. (1991). Radiographic evaluation of apical periodontitis and endodontic treatment results: a computer approach. *Int Dent J*, **41**, 89-98.

Orstavik, D. (2005). Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinic testing. *Endod Topics*, **12**, 25-38.

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

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

Oyarzun, A., Cordero, A.M., Whittle, M. (2002). Immunohistochemical evaluation of the effects of sodium hypochlorite on dentin collagen and glycosaminoglycans. *J Endod*, **28**, 152-6.

Ozata, F., Onal, B., Erdilek, N., Turkun, S.L. (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.

Panighi, M., G'Sell, C. (1992). Influence of calcium concentration on the dentin wettability by an adhesive. *J Biomed Mater Res*, **26**, 1081-1089.

Panighi, M., G'Sell, C. (1993). Effect of the tooth microstructure on the shear bond strength of a dental composite. *J Biomed Mater Res*, **27**, 975-981.

Paque, F., Luder, H.U., Sener, B. (2006). Tubuler sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentin of endodontically instrumented root canals. *Int Endod J*, **39**, 18-25.

Paque, F., Musch, U., Hülsmann, M. (2005). Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J*, **38**, 8-16.

Pasinli, A. (2004). Biyomedikal uygulamalarda kullanılan biyomalzemeler. *Mak. Tek. Elek. Derg.*, **4**, 25-34.

Pashley, D.H.(1991). Clinical correlations of dentin structure and function. *Journal of Prosthetic Dentistry*, **66**, 777-81.

Paterson, S. (1963). *In vivo* and *in vitro* studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **16**, 83-103.

Patil, C.R., Uppin, V. (2011). Effect of endodontic irrigating solutions on the microhardness and roughness of root canal dentin. *Indian J Dent Res*, **22**, 22-7.

Pawlicka, H. (1982). The use of chelating agents for widening of the root canals. Determination of microhardness. *Stomatol DDR*, **32**, 355- 361.

Perdigao, J., Lopes, M.M., Gomes, G. (2007). Interfacial adaptation of adhesive materials to root canal dentin. *J Endod.*, **33**, 259-263.

Peters, L.B., Wesselink, P.R. (2002). Periapical healing of endodontically treated teeth in one and two visits obturated in the presence or absence of detectable microorganisms. *Int Endod J*, **35**, 660-667.

Peters, L.B., Wesselink, P.R., Von Wirkllhoff, A.J. (2007). Combinations of Bacterial Species in Endodontic Infections. *Int Endod J*, **35**, 698-702.

Pilo, R., Corcino, G., Tamse, A.(1998). Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with hand and rotary instruments. *J Endod*, **24**, 401-4.

Pinna, L., Brackett, M.G., Lockwood, P.E. (2008). *In vitro* cytotoxicity evaluation of a self-adhesive, methacrylate resin-based root canal sealer. *J Endod*, **34**, 1085–8.

Pitts, D.L., Matheny, H.E., Nicholls, J.I. (1983). An *in vitro* study of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *J Endod*, **9**, 544-550.

Porkaew, P., Retief, H., Barfield, R.D., Lacefield, W.R., Soong, S.J. (1990). Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. *J Endod*, **16**, 369-374.

Portenier, I., Waltimo, T.M.T., Haapasalo, M. (2003). Enterococcus Faecalis-the Root Canal Survivor and ‘Star’ in Post-Treatment Disease. *Endod Topics*, **6**, 135-159.

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

Radcliffe, C.E., Potouridou, L., Qureshi, R., Habahbeh, N., Qualtrough, A., Worthington, H., Drucker, D.B. (2004). Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*, **37**, 438-446.

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 Oral Radiol Endod*, **68**, 330-338.

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

Reeh, E.S., Messer, H.H., Douglas, W.H. (1989). Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod*, **15**, 512-516.

Revathi, M., Rao, C.V.N., Lakshminarayanan, L. (2001). Revolutions in Endodontic instrumentations – A review. *Endodontology*, **13**, 43-50.

Rherman, K., Saunders, W.P., Faye, R.H., Sharkey, S.W. (1996). Calcium ion diffusion from calcium hydroxide containing materials in endodontically treated teeth an in vitro study. *Int Endod J*, **29**, 271-9.

Ribeiro, F.C., Souza-Gabriel, A.E., Marchesan, M.A., Alfredo, E., Silva- Sousa, Y.T., Sousa-Neto, M.D. (2008). Influence of different endodontic filling materials on root fracture susceptibility. *Journal of Dentistry*, **36**, 69–73.

Rosen, H., Partida-Rivera, M. (1986). Iatrogenic fracture of roots reinforced with cervical collar. *Operative Dentistry*, **11**, 46-50.

Rosenberg, B., Murray, P.E., Namerow, K. (2006). The effect of calcium hydroxide root filling on dentin fracture strength. *Dental Traumatology*, **23**, 26-29.

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

Rotstein, I., Dankner, E., Goldman, A., Heling, I., Stabholz, A., Zalkind, M. (1996). Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod*, **22**, 23-5.

Rotstein, I., Cohenca, N., Teperovich, E., Moshonov, J., Mor, C., Roman, I., *et al.* (1999). Effect of chloroform, xylene, halothane on enamel and dentine microhardness of human teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, **87**, 366–8.

Ruddle, C. (2002). Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the pulp*. 8th ed. St. Louis: Mosby, 231–92.

Rueggeberg, F.A., Margeson, D.H. (1990). The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res*, **69**, 1652–8.

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

Sagsen, B., Er, O., Kahraman, Y., Akdogan, G. (2007). Resistance to fracture of roots filled with three different techniques. *Int Endod J*, **40**, 31-35.

Sakae, T., Mishima, H., Kozawa, Y. (1988). Changes in bovine dentin mineral with sodium hypochlorite treatment. *J Dent Res*, **67**, 1229-34.

Saleh, A.A., Ettman, W.M. (1999). Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. *J Dent*, **27**, 43-6.

Saleh, I.M., Ruyter, I.E., Haapasalo, M.P., Ørstavik, D. (2003). Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J Endod*, **29**, 595-601.

Saleh, I.M., Ruyter, I.E., Haapasalo, M., Ørstavik, D. (2004). Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. *International Endodontic Journal*, **37**, 193–8.

Sanares, A.M., Itthagarun, A., King, N.M., Tay, F.R., Pashley, D.H. (2001). Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater*, **17**, 542-6.

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

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

Schäfer, E., Lohmann, D. (2002). Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K Flexofile- Part 2. Cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, **35**, 514-521.

Schäfer, E., Zandbiglari, T. (2003). Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J*, **36**, 660-9.

Schäfer, E., Zandbiglari, T., Schäfer, J. (2007). Influence of resin-based adhesive root canal fillings on the resistance to fracture of endodontically treated roots: an in vitro preliminary study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **103**, 274-9.

Schilder, H. (1967). Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am*, **11**, 723-44.

Schilder, H. (1974). Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, **18**, 269-296.

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

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

Schirrmeister, J.F., Strohl, C., Altenburger, M.J., Wrbas, K.T., Hellwig, E. (2006). Shaping ability and safety of five different rotary nickel-titanium instruments compared with stainless steel hand instrumentation in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **101**, 807-13.

Sedgley, C.M., Messer, H.H. (1992). Are endodontically treated teeth more brittle. *J Endod* **18**, 332-335.

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

Sen, B.H., Akdeniz, B.G., Denizci, A.A. (2000). The effect of EDTA on *Candida albicans*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **90**, 651-655.

Sen, B.H., Wesselink, P.R., Turkun, M. (1995). The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J*, **28**, 141-8.

Senawongse, P., Otsuki, M., Tagami, J., Mjör, I. (2006). Age-related changes in hardness and modulus of elasticity of dentine. *Arch Oral Biol*, **51**, 457-463.

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

Seven, N., Kırzioğlu, 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.

Schafer, E., Zandbiglari, T., Schafer, J. (2007). Influence of resin-based adhesive root canal fillings on the resistance to fracture of endodontically treated roots: an in vitro preliminary study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **103**, 274–9.

Shahravan, A., Haghdoost, A.A., Adl, A., Rahimi, H., Shadifar, F. (2007). Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod*, **33**, 96-105

Shemesh, H., Bier, C.A.S., Wu, M-K. (2009). The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *Int Endod J*, **42**, 208–13.

Shin, S.J., Kim, H.K., Jung, I.Y., Lee, C.Y., Lee, S.J., Kim, E. (2010). Comparison of the cleaning efficacy of a new apical negative pressure irrigating system with conventional irrigation needles in the root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **109**, 479-484.

Shipper, G., Teixeira, F.B., Arnold, R.R., 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, F.B., Trope, M. (2004). An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod*, **30**, 342-347.

Short, A., Morgan, A., Baumgartner, C. (1997). A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J. Endod*, **23**, 503- 507.

Sim, T.P., Knowles, J.C., Ng, Y.L., Shelton, J., Gulabivala, K. (2001). Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J*, **34**, 120-132.

Singla, M., Logani, A., Shah, N. (2010). Comparative evaluation of rotary ProTaper, Profile and conventional stepback technique on reduction in *Enterococcus faecalis* colony-forming units and vertical root fracture resistance of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **109**, 105-110.

Siso, S.H., 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.

Siqueira, J.F., Lopes, H.P. (1999). Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J*, **32**, 361-369.

Siqueira, J.F. Jr., Sen, B.H. (2004). Fungi in endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **97**, 632-41.

Siqueira, J.F. Jr., Machado, A.G., Silveira, R.M., Lopes, H.P., de Uzeda, M. (1997). Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, *in vitro*. *Int Endod J*, **30**, 279-82.

Siqueira, J.F., Uzeda, M. (1996). Disinfection by Calcium Hydroxide Pastes of Dentinal Tubules Infected With Two Obligate and One Facultative Anaerobic Bacteria. *J Endod*, **22**, 674-676.

Siqueira, J.F., Uzeda, M. (1998). Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. *J Endod*, **24**, 663-5.

Sjögren, U., Frigdor, D., Spanberg, L., Sundqvist, G. (1991). The Antimicrobial Effect of Calcium Hydroxide as a Short Term Intracanal Dressing. *Int Endod J*, **24**, 119-125.

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

Skidmore, L.J., Berzins, D.W., Bahcall, J.K. (2006). An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and guttapercha. *J Endod*, **32**, 963-6.

Slutzky-Goldberg, I., Maree, M.L.R., Heling, I. (2004). Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. *J Endod*, **30**, 880-882.

Sly, M.M., Moore, B.K., Platt, J.A., Brown, CE. (2007). Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany). *J Endod*, **33**, 160-2.

Solak, H., Oztan, M.D. (2003). The pH changes of four different calcium hydroxide mixtures used for intracanal medication. *J Oral Rehabil*, **30**, 436-439.

Solovyeva, A.M., Dummer, P.M. (2000). Cleaning effectiveness of root canal irrigation with electrochemically activated anolyte and catholyte solutions: a pilot study. *International Endodontic Journal*, **33**, 494-504.

Soros, C., Zinelis, S., Lambrianidis, T., Palaghias, G. (2008). Spreader load required for vertical root fracture during lateral compaction ex vivo: evaluation of periodontal simulation and fracture load information. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **106**, e64-70.

Souza, E.M., Wu, M.K., Shemesh, H., Bonetti-Filho, I., Wesselink, P.R. (2008). Comparability of the results of two leakage models. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **106**, 309-13.

Spangberg, L. (1974). Biologic effects 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 Oral Radiol Endod*, **38**, 934-944.

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

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

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

Strindberg, L.Z. (1956). The dependence of the results of pulp therapy on certain factors – an analytical study based on radiographic and clinical follow-up examinations. *Acta Odontologica Scandinavica*, **14**, 1–175.

Stuart, C.H., Schwartz, S.A., Beeson, T.J. (2006). Reinforcement of immature roots with a new resin filling material in a model of apexification. *J Endod*, **32**, 350 –3.

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, A.H., Bakland, L.K. (2002). Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J Endod*, **28**, 351-354.

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

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

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

Tan, B.T., Messer, H.H. (2002). The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. *J Endod*, **28**, 658-64.

Tang, W., Wu, Y., Smales, R.J. (2010). Identifying and Reducing Risks for Potential Fractures in Endodontically Treated Teeth. *J Endod*, **36**, 609-617.

Tatsuta, C.T., Morgan, L.A., Baumgartner, J.C., Adey, J.D. (1999). Effect of calcium hydroxide and four irrigation regimens on instrumented and uninstrumented canal wall topography. *J Endod*, **25**, 93-98.

Tay, F.R., Loushine, R.J., Lambrechts, P., Weller, R.N., Pashley, D.H.(2005b). Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod*, **31**, 584 –9.

Tay, F.R., Loushine, R.J., Monticelli, F., Weller, R.N., Breschi, L., Ferrari, M., Pashley, D.H. (2005a) Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals. *J Endod*, **31**, 659-64.

Tay, F.R., Pashley, D.H. (2007). Monoblocks in root canals- a hypothetical or a tangible goal. *J Endod*, **33**, 391-398.

Taylor, J.K., Jeansonne, B.G., Lemon, R.R. (1997). Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique, and sealer. *J Endod*, **23**, 508-512.

Teixeira, C.S., Felipe, M.C., Felipe, W.T. (2005). The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *International Endodontic Journal*, **38**, 285-290.

Teixeira, F.B., Levin, L.G., Trope, M. (2005). Investigation of pH at different dentinal sites after placement of calcium hydroxide dressing by two methods. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **99**,511-6.

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

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, H.E., Saunders, E.M., Saunders, W.P. (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., Harnirattisai, C., Senawongs, P. (2001a). Adhesion of a glass-ionomer root canal sealer to the root canal wall. *J Endod*, **27**, 168-71.

Timpawat, S., Vongsavan, N., Messer, H.H. (2001b). Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. *J Endod*, **27**, 351-3.

Torabinejad, M., Handysides, R., Khademi, A.A., Bakland, L.F., Calif, L.L. (2002). Clinical implications of the smear layer in endodontic. A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **94**, 658-666.

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

Trabert, K.C., Caput, A.A., Abou-Rass, M. (1978). Tooth fracture: a comparison of endodontic and restorative treatments. *J Endod*, **4**, 341-5.

Trepagnier, C.M., Madden, R.M., Lazzari, E.P. (1977). Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. *J Endod*, **3**, 194-196.

Tronstad, L., Andreasen, J.O., Hasselgren, G. (1981). PH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod*, **7**, 17-21.

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

Türkün, M., Cengiz, T. (1997). The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J*, **30**, 335-342.

Ulusoy, A., Genc, O., Arslan, S., Alacam, T., Gorgul, G. (2007). Fracture resistance of roots obturated with three different materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **104**, 705-8

Ulusoy, A., Nayır, Y., Yaman, S. (2011). Effect of different root canal sealers on fracture strength of simulated immature roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **112**, 544-547.

Ungor, M., Onay, E.O., 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.

Usman, N., Baumgartner, J.C., Marshall, J.G. (2004). Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod*, **30**, 110-2.

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

Van der Sluis, L.W., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (2007). The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *International Endodontic Journal*, **40**, 52-7.

Vertucci, F.J. (1974). Root canal anatomy of mandibular anterior teeth . *Journal of American Dental Association*, **89**, 369-71.

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

Versiani, M.A., Carvalho-Junior, J.R., Padilha, M.I., Lacey, S., Pascon, E.A., Sousa-Neto, M.D. (2006). A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealents. *Int Endod J*, **39**, 464-71.

Versluis, A., Messer, H.H., Pintado, M.R. (2006). Changes in compaction stress distributions in roots resulting from canal preparation. *Int Endod J*, **39**, 931-939.

Vianna, M.E., Horz, .HP., Conrads, G., Zaia, A.A., Souza-Filho, F.J., Gomes, B. (2007). Effect of Root Canal Procedures on Endotoxins and Endodontic Pathogens. *Oral Mic Immunol*, **22**, 411-418.

Violich, D.R., Chandler, N.P. (2010). The smear layer in endodontics. *Int. Endod. J.*, **43**, 2-15.

Waltimo, T.M., Sen, B.H., Meurman, J.H., Orstavik, D., Haapasalo, M.P. (2003). Yeasts in apical periodontitis. *Crit Rev Oral Biol Med*, **14**, 128-37.

Waltimo, T., Siren, E.K., Torkko, H., Olsen, I., Haapasalo, M. (1997). Fungi in Therapy-Resistant Apical Periodontitis. *Int Endod J*, **30**, 96-101.

Waltimo, T., Trobe, M., Haapasalo, M., Orstavik, D. (2005). Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J Endod*, **31**, 863-866.

Walton, R.E. (1976). Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod*, **2**, 304-11.

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

Wang, C.S., Debelian, G.J., Teixeira, F.B. (2006). Effect of intracanal medicament on the sealing ability of root canals filled with Resilon. *J Endod*, **32**, 532-536.

Wechsler, S.M., Vogel, R.I., Fishelberg, G., Shovlin, F.E. (1978). Iatrogenic root fractures: a case report. *J Endod*, **4**, 251-253.

Weiger, R., Heuchert, T., Hahn, R., Lost, C. (1995). Adhesion of a glass ionomer cement to human radicular dentine. *Endod Dent Traumatol*, **11**, 214-9.

Weller, R.N., Kimbrough, W.F., Anderson, R.W. (1997). A comparison of thermoplastic obturation techniques: adaptation of the canal walls. *J Endod*, **23**, 703-706.

White, J.D., Lacefield, W.R., Chavers, L.S., Eleazer, P.D. (2002). The effect of three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. *J Endod*, **28**, 828-830.

Williams, C., Loushine, R.J., Welle, R.N., Pashley, D.H. Tay, F.R. (2006). A comparison of cohesive strength and stiffness of Resilon and gutta-percha. *J Endod*, **32**, 553-5.

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

Wilkinson, K.L., Beeson, T.J., Kirkpatrick, T.C. (2007). Fracture resistance of simulated immature teeth filled with resilon, gutta-percha, or composite. *J Endod*, **33**,480-3.

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

Wintermantel, E., Mayer, J., Blum, J., Eckert, K.L., Luscher, P., Mathey, M. (1996). Tissue engineering scaffolds using superstructures. *Biomaterials*, **17**, 83-91.

Wu, M.K., Ozok, A.R., Wesselink, P.R. (2000). Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. *Int Endod J*, **33**, 340-345.

Wu, M.K., van der Sluis, L.W., Wesselink, P.R. (2004). Comparison of mandibular premolars and canines with respect to their resistance to vertical root fracture. *Journal of Dentistry* **32**, 265–8.

Wuerch, R.M., Apicella, M.J., Mines, P., Yancich, P.J., Pashley, D.H. (2004). Effect % 2 chlorhexidine gel as an intracanal medication on the apical seal of the root canal system. *J Endod.*, **30**, 788-791.

Yamada, R.S., Armas, A., Goldman, M., Lin, P.S. (1983). A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. Part 3. *J. Endod*, **9**, 137-142.

Yang, Q., Lu, D. (2008). Premix biological hydraulic cement paste composition and using the same. US Patent Application 2008029909 December 4.

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

Yoldas, O., Dogan, C., Seydaoglu, G. (2004). The effect of two different calcium hydroxide combinations on root dentin microhardness. *Int Endod J*, **37**, 828-31.

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

Zandbiglari, T., Davids, H., Schäfer, E. (2006). Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **101**, 126-31.

Zhang, W., Li, Z., Peng, B. (2009). Assessment of new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **107**, 79-82.

Zhang, H., Shen, Y., Ruse, N., Haapasalo, M. (2009). Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against enterococcus faecalis. *J. Endod*, **35**, 1051-1055.

Zhang, W., Li, Z., Peng, B. (2010). Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicate-based canal filling material. *Int. Endod*, **43**, 769-774.

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

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

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.

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

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	FÜSUN	Soyadı	FERAH
Doğ.Yeri	ANKARA	Doğ.Tar.	26.08.1982
Uyruğu	T.C	TC Kim No	32038927172
Email	fusunferah@yahoo.com	Tel	05325200073

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora	İ.Ü. Dış Hekimliği Fakültesi	
Yük.Lis.	İ.Ü. Dış Hekimliği Fakültesi	2005
Lisans	İ.Ü. Dış Hekimliği Fakültesi	2005
Lise	M. Kaya Anadolu Lisesi	2000

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.			-
2.			-
3.			-

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

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
LES Puanı			
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Word	Çok iyi
Power Point	Çok iyi
Excel	İyi

Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri

Özel İlgi Alanları (Hobileri):