



**T.C
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**BEŞ FARKLI KÖK KANALI DOLGUSU
YÖNTEMİYLE KÖK KANALI TEDAVİSİ
YAPILAN DİŞLERİN KIRILMA DİRENÇLERİNİN
İN VİTRO OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ
TOLGA SANDIKCI**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. FİGEN KAPTAN**

İSTANBUL, 2012



**T.C
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**BEŞ FARKLI KÖK KANALI DOLGUSU
YÖNTEMİYLE KÖK KANALI TEDAVİSİ
YAPILAN DİŞLERİN KIRILMA DİRENÇLERİNİN
İN VİTRO OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ
TOLGA SANDIKCI**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. FİGEN KAPTAN**

İSTANBUL, 2012

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Yüksek Lisans (Doktora) öğrencisi Dt. Tolga Sandıkcı'nın çalışması jürimiz tarafından Endodonti Anabilim Dalı Doktora tezi olarak uygun görülmüştür.

Tez Danışmanı	: Doç. Dr. Figen Kaptan	İMZA
Üniversite	: Yeditepe Üniversitesi
Üye	: Prof. Dr. Işıl Küçükay	
Üniversite	: İstanbul Üniversitesi
Üye	: Doç. Dr. Jale Tanalp	
Üniversite	: Yeditepe Üniversitesi
Üye	: Doç. Dr. Mehmet Baybora Kayahan	
Üniversite	: Yeditepe Üniversitesi
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Hakkı Sunay	
Üniversite	: Yeditepe Üniversitesi

ONAY

Yukarıdaki Jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Selçuk YILMAZ

Müdür

ÖZET

Sandıkçı T. Beş farklı kök kanalı dolgu yöntemiyle kök kanalı tedavisi yapılan dişlerin kırılma dirençlerinin in vitro olarak karşılaştırılması. Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti Anabilim Dalı Doktora Tezi, İstanbul 2012.

Endodontik tedavinin asıl amacı; üç boyutlu kök kanalı dolgusunu sağlayabilecek temiz bir kök kanalı elde etmektir. Endodontik tedavi yapılmış bir dişin sağlamlığı, kalan sağlam diş dokusuyla direkt olarak ilgilidir. Çürüklerin temizlenmesi, giriş kavitesinin hazırlanması, kök kanalının şekillendirilmesi ve son olarak restorasyon için dişin hazırlanması diş dokusunun kaybına ve dişin yapısal sağlamlığını kaybetmesine neden olmaktadır. Dişlerde dikey kök kırığı sıklıkla kök kanalı tedavisi işlemlerinden sonra görülmektedir. Buna sebep olarak; kök kanalı tedavisi sonrası dentinin dehidratasyonu, kök kanalı dolgusu sırasında uygulanan aşırı basınç ve kök kanalı tedavisi sırasında meydana gelen diş dokusu kaybı gösterilmektedir. Dikey kök kırıkları, endodontik tedavi yapılmış dişlerde görülen en kötü prognoza sahip komplikasyonlardan biridir ve genellikle dişin çekimiyle sonuçlanmaktadır.

Araştırmacılar, kalan diş yapısını güçlendirmenin yollarını aramaktadırlar. Kök dentini yüzeyine bağlanabilen materyallerin kalan diş yapısını güçlendirebileceği düşünülmektedir. Monoblok kavramının sadece bakteri sızıntısını engellemeyeceği, aynı zamanda kökü destekleyerek dişin kırılma direncini de arttırabileceği savunulmaktadır.

Güta-perka uzun yıllardır kök kanalı dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. AH Plus, genellikle güta-perkayla birlikte kullanılan epoksi rezin bazlı bir kök kanalı dolgu patıdır. Güta-perka/AH Plus kök kanalı dolgu yöntemi altın standart olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda, Resilon/Epiphany, güta-perka/AH Plus'a rakip olabilecek yeni rezin bazlı kök kanalı dolgu materyali olarak piyasaya sunulmuştur. Kök dentinine ve birbirine bağlanan sentetik poliester kor materyaliyle dual-cure metakrilat bazlı kök

kanalı dolgu patının monoblok yapı meydana getirdiği öne sürülmektedir. EndoREZ, polibütadien-diizosianat-metakrilat rezin kaplı güta-perka materyali ile, aktif bileşeni üretilen dimetakrilat olan dual-cure kök kanal dolgu patı arasında kimyasal bağlanmaya dayalı bir sistemdir.

Bu çalışmada son yıllarda sıklıkla kullanılan kök kanal dolgu materyalleri ve kök kanal dolgu patlarıyla kök kanal tedavisi yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmamızda 120 adet yeni çekilmiş, tek köklü ve tek kanallı, insan alt ön kesici dişleri kullanılmıştır. Örnekler her biri 20 diş içeren beş deney grubuna ve her biri 10 diş içeren iki kontrol grubuna dağıtılmıştır. Gruplar sırasıyla şu şekilde oluşturulmuştur: Grup I: (-) Kontrol, Grup II: (+) Kontrol, Grup III: Güta-perka/AH Plus, Grup IV: Thermafil/AH Plus, Grup V: Resilon/Epiphany SE, Grup VI: Güta-perka/Epiphany SE ve Grup VII: EndoREZ.

K3 NiTi döner alet sistemi kullanılarak crown-down yöntemiyle şekillendirilen kök kanalları, gruplarda yer alan kök kanal dolgu maddeleri ile doldurulmuştur. Örnekler apikal 4 mm'lik kısımları Universal test cihazına (Instron) uygun döküm ölçülerin içine yerleştirilen soğuk akrilik (Imicryl, Türkiye) içine gömülerek, bir hafta boyunca 37°C'de, etüv cihazında polimerizasyonlarının tamamlanması amacıyla bekletildikten sonra kırılma dayanımı testi uygulanmıştır.

İstatistiksel analizler için NCSS 2007&PASS 2008 Statistical Software (Utah, USA) programı kullanılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalarda Oneway Anova testi ve farklılığa neden olan grubun tespitinde Tukey HSD testi kullanılmıştır.

(-) Kontrol grubunun kırılma direnci düzeyi, Resilon/Epiphany SE ve EndoREZ'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p < 0.05$). Diğer yandan (-) Kontrol ile güta-perka/AH Plus, Thermafil/AH Plus ve güta-perka/Epiphany SE gruplarının kırılma dirençleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık

bulunmamaktadır ($p>0.05$). Güta-perka/AH Plus, Thermafil/AH Plus ve güta-perka-Epiphany SE kombinasyonlarının kırılma direnci sağlam dişe benzer bulunmuştur ve kök kanalı dolgusunun bu kombinasyonlar ile yapılması dişlerin kırılma direncini arttırmaktadır.

(+) Kontrol grubunun kırılma direnci ortalaması, (-) Kontrol, güta-perka/AH Plus ve Thermafil/AH Plus'tan ileri derecede anlamlı olarak düşükken ($p<0.01$); güta-perka/Epiphany SE'den istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktür ($p<0.05$). şekillendirme işlemi dişlerin kırılma direncini düşürmektedir. Resilon/Epiphany SE ve EndoREZ grupları ile (+) kontrol grubunun kırılma dirençleri arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Sonuç olarak, bu kombinasyonlar kanal tedavisi yapılmış dişlerin kırılma direncini arttırmamaktadır.

Anahtar Kelime: Kırılma direnci, Resilon, Epiphany SE, Thermafil, EndoREZ

SUMMARY

Sandıkçı T. An In Vitro Comparison Of The Root Fracture Resistance Of Endodontically Treated Teeth Using Five Different Root Canal Treatment Techniques. Yeditepe University Institute Of Health Sciences, Department Of Endodontics, Ph.D. Thesis, Istanbul 2012.

The major aim of endodontic therapy is to attain a clean root canal, which allows the three-dimensional obturation of the root canal. The strength of an endodontically treated tooth is directly related to the amount of remaining sound tooth structure. Caries removal, access preparation, canal instrumentation and preparation for final restoration all lead to loss of tooth structure, structurally weakening the tooth. The greatest incidence of vertical root fracture occurs in teeth after endodontic therapy. The reason most often cited has been the dehydration of dentin after endodontic therapy, excessive pressure during obturation, and the removal of tooth structure during endodontic therapy. Vertical root fractures are severe complications that are seen in root filled teeth, which often leads to extraction.

Clinicians have long sought to reinforce remaining tooth structure. It is suggested that materials that can bond the root canal dentine surface will strengthen the remaining tooth structure. It is believed that the monoblock concept is important not only to resist bacterial leakage but also to hold the root together, thereby increasing the resistance fracture.

Gutta-percha has been the filling material of choice for root canals for years. AH Plus is an epoxy resin-based sealer that is commonly used with gutta-percha. In recent years, a new resin-based obturation material, Resilon-Epiphany has been introduced. It is a resin-based obturation system that uses a synthetic polyester core material that bonds to a dual-cure methacrylate-based sealer to create a solid monoblock. EndoREZ system establishes a bond between a polybutadiene-diisocyanate-methacrylate resin-coated

gutta-percha cone material and a self-priming sealer with an active ingredient of urethane dimethacrylate.

The purpose of the present study was to compare the fracture resistance of teeth obturated with gutta-percha/AH Plus, Thermafil/AH Plus, Resilon/Epiphany SE, EndoREZ obturation system and gutta-percha/Epiphany SE.

One hundred twenty extracted single-rooted human mandibular incisor teeth with single canals and with developed apices and no resorptions were used in the study. The teeth were then divided into 5 experimental groups, 20 teeth in each and 2 control groups, 10 teeth in each.

Root canals were shaped with K3 NiTi rotary instruments using a crown-down technique and filled with the root canal filling materials in the experimental groups. The apical 4 mm of the specimens were mounted vertically into cast metal rings filled with self-cure acrylic resin exposing 9 mm of the coronal part. The materials were stored in incubator at 37°C to allow complete setting of the sealers for 1 week. After 1 week, the acrylic resins were placed on the lower plate of the Universal testing machine. The load at which failure occurred was recorded and expressed in Newtons. The data were analyzed using a oneway Anova test for the experimental groups. Significance between the groups was tested with Tukey HSD test. All statistical analysis was performed using the NCSS 2007 & PASS 2008 Statistical Software (Utah, USA).

The results indicated that there was no statistically difference between the fracture values of the (-) Control, gutta-percha + AH Plus, Thermafil + AH Plus and gutta-percha + Epiphany SE groups ($p > 0.05$). On the other hand, the (-) Control group had significantly higher fracture values than the Resilon + Epiphany SE and EndoREZ groups ($p < 0.05$).

The fracture resistance values of the (+) Control group was statistically lower than the (-) Control, gutta-percha + AH Plus, Thermafil + AH Plus ($p < 0.01$), and gutta-

percha + Epiphany SE groups ($p < 0.05$). Also, the difference between the (+) Control, Resilon + Epiphany SE and EndoREZ groups was not significant.

According to these results; instrumentation of the root canals decreases the fracture resistance of the teeth. The fracture resistances of teeth obturated with gutta-percha + AH Plus, Thermafil + AH Plus and gutta-percha + Epiphany SE are similar to sound teeth. This result implies the reinforcing effect of these filling materials. On the other hand, the fracture resistances of teeth obturated with Resilon + Epiphany SE and EndoREZ are not significantly different than instrumented but unfilled group, indicating that these filling materials do not increase the fracture resistance of endodontically treated teeth.

Keywords: Fracture resistance, Resilon, Epiphany SE, Thermafil, EndoREZ

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	I
ONAY SAYFASI	II
ÖZET	III
SUMMARY	VI
İÇİNDEKİLER	IX
KISALTMALAR ve SİMGELER	XIII
RESİM LİSTESİ	XIV
ŞEKİL LİSTESİ	XVI
TABLO LİSTESİ	XVII
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Dikey Kök Kırıkları	5
2.1.1 Dikey Kök Kırıklarının Teşhisi	5
2.1.2 Dikey Kök Kırıklarının Radyografik Belirtileri	6
2.1.3 Dikey Kök Kırıklarının Diğer Belirtileri	6
2.1.4 Dikey Kök Kırığı Görülme Sıklığı	7
2.1.5 Dikey Kök Kırığı Olan Dişlerin Prognozu	7
2.1.6 Dikey Kök Kırıklarının Nedenleri	7
2.2 Kanal Tedavisi İşlemlerinin Dişin Kırılma Direncine Olan Etkileri	10

2.2.1 Endodontik Giriş Kavitesinin Hazırlanmasının Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri	10
2.2.2 Kök Kanallarının Şekillendirilmesinin Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri	10
2.2.3 Sodyum Hipoklorit Kullanımının Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri	11
2.2.4 Kalsiyum Hidroksit Kullanımının Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri	12
2.2.5 Kök Kanallarının Doldurulmasının Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri	13
2.3. Post Uygulamaları	14
2.3.1 Post Uygulamalarının Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri	15
2.3.2 Post ile İlgili Faktörler	16
2.4 Kök Kanalı Tedavisi Sonrası Restorasyon	18
2.5 Bağlanma (Adezyon)	20
2.5.1. Dentinin Yapısı ve Bağlanma	21
2.6 Adeziv Sistemlerin Endodontide Kullanılması	23
2.6.1 Endodontide Monoblok Sistemler	24
2.7 Çalışmamızda Kullanılan Kök Kanalı Dolgu Maddeleri	26
2.7.1 Güta-perka/AH Plus	26
2.7.2 Thermafil/AH Plus	29
2.7.3 Resilon/Epiphany SE	30
2.7.4 EndoREZ	33
2.8 Kök Kanalı Dolgu Maddelerinin Kırılma Direncinin İncelenmesinde Kullanılan Yöntemler	34

3. GEREÇ VE YÖNTEM	36
3.1 Örneklerin Hazırlanması	36
3.2 Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	37
3.3 Kök Kanallarının Doldurulması	41
3.3.1 Güta-perka/AH Plus Grubu	42
3.3.2 Thermafil/AH Plus Grubu	44
3.3.3 Resilon/Epiphany SE Grubu	45
3.3.4 Güta-perka/Epiphany SE Grubu	48
3.3.5 EndoREZ Grubu	48
3.4 Kırma Deneyinin Uygulanması	54
3.5 İstatistiksel İncelemeler	56
4. BULGULAR	57
5. TARTIŞMA	61
5.1 Çalışmamızda Kullanılan Materyal ve Metodların Tartışması	61
5.1.1 Çalışmamızda Kullanılan Diş Tipi ve Sayısı	61
5.1.2 Çalışmamızdaki Örneklerin Şekillendirme İşlemi	63
5.1.3 Çalışmamızda Kullanılan Kök Kanalı Dolgu Maddeleri ve Kök Kanalı Dolgu Patları	64
5.1.4 Çalışmamızda Kullanılan Yıkama Solüsyonları	67
5.1.5 Çalışmamızda Kullanılan Kırma Yöntemi	69
5.2 Çalışmamızdaki Bulguların Tartışması	69

6. SONUÇLAR	76
7. KAYNAKLAR	77
8. ÖZGEÇMİŞ	107

KISALTMALAR ve SİMGELER

°C:	Santigrat Derece
Al:	Alüminyum
ark.:	Arkadaşları
BisGMA:	Bisfenol-a-glisidil dimetakrilat
Ca:	Kalsiyum
dk:	Dakika
EBPADMA:	Etoksilat Bisfenol A Dimetakrilat
EDTA:	Etilen Diamin Tetraasetik Asit
EWT:	Extra Working Time
F :	Florid
HEMA:	Hidroksietil Metakrilat
Hg:	Civa
kg:	Kilogram
ml:	Mililitre
mm:	Milimetre
MPa:	Megapaskal
MTA:	Mineral Trioksit Aggregate
N:	Newton
NaOCl :	Sodyum Hipoklorit
PEGDMA:	Polietilen Gilikol Dimetakrilat
UDMA:	Üretan Dimetakrilat
NiTi:	Nikel Titanyum

RESİM LİSTESİ

Resim 3.1: Çalışmada Kullanılan Endodontik Mikromotor	36
Resim 3.2: Çalışmada Kullanılan K3 Döner Alet Sistemi	37
Resim 3.3: Çalışmada Kullanılan Örneklerin Şekillendirilmesi	37
Resim 3.4: Çalışmada Kullanılan %5'lik Sodyum Hipoklorit	38
Resim 3.5: Örneklerin Sodyum Hipokloritle Yıkanması	39
Resim 3.6: Çalışmada Kullanılan %17 EDTA Solüsyonu	39
Resim 3.7: Çalışmada Kullanılan Güta-perka Konları	41
Resim 3.8: Çalışmada Kullanılan AH Plus Kök Kanalı Dolgu Patı	41
Resim 3.9: AH Plus Kök Kanalı Dolgu Patının Cam Üzerinde Karıştırılmış Hali	42
Resim 3.10: Çalışmada Kullanılan Geçici Restoratif Materyal	44
Resim 3.11: Çalışmada Kullanılan Thermafil Konlar	44
Resim 3.12: Çalışmada Kullanılan Resilon Konlar	45
Resim 3.13: Çalışmada Kullanılan Yardımcı Resilon Konları	46
Resim 3.14: Çalışmada Kullanılan Epiphany SE Kök Kanalı Dolgu Patı	46
Resim 3.15: Çalışmada Kullanılan Epiphany SE Patının Cama Yerleştirilmesi	46
Resim 3.16: Çalışmada Kullanılan Işık Aleti	47
Resim 3.17: Çalışmada Kullanılan 0.04 Taper Açılı EndoREZ Konları	49
Resim 3.18: Çalışmada Kullanılan EndoREZ Kök Kanalı Dolgu Patı	49
Resim 3.19: Çalışmada Kullanılan EndoREZ Patının Kontrol Edilmesi	49
Resim 3.20: Skini Şırıngasına Uygun NaviTip'in Takılması	51

Resim 3.21: EndoREZ Patının Skini Şıringasına Verilmesi	51
Resim 3.22: Çalışmada Kullanılan Soğuk Akrilik	52
Resim 3.23: Soğuk Akriliğe Gömülen Bir Örnek	53
Resim 3.24: Çalışmada Kullanılan Etüv	53
Resim 3.25: Örneklerin Etüv Cihazına Yerleştirilmesi	54
Resim 3.26: Örneklerin Universal Test Cihazına Yerleştirilmesi	54
Resim 3.27: Test Cihazı Ucunun Örneklerin Üzerine Yerleştirilmesi	55
Resim 3.28: Kırılan Örnekler	55

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1: Grupların Kırılma Dirençlerinin Dağılımı

57

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1: Çalışmada Kullanılan Kök Kanalı Dolgu Materyalleri	40
Tablo 4.1: Grupların Kırılma Dirençlerinin Değerlendirilmesi	58
Tablo 4.2: Grupların Kendi Aralarında Karşılaştırılması	59

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Endodontik tedavinin amacı, dişin ağızda uzun dönem fonksiyonel olarak kalmasını sağlamaktır. Bunun için de kök kanalı sistemindeki enfekte ve nekrotik doku artıklarının, bakteri ve yan ürünlerinin uzaklaştırılması, kök kanalı sistemin üç boyutlu olarak doku sıvısı ve mikroorganizma girişini önleyecek şekilde doldurulması gerekmektedir. Bununla birlikte, kök kanallarında yapılan temizleme ve şekillendirme işlemleri nedeniyle endodontik tedavi gören dişlerin kırılma direncinin azaldığı bilinmektedir (1, 2). Bu yüzden kök kanalı tedavisi sırasında yapılan uygulamalar hem dişin kırılma direncini azaltmamalı, hem de kalan diş yapısının kırılma direncini artırıcı yönde olmalıdır.

Endodontik olarak tedavi edilen dişlerde vital dişlere göre daha fazla kırılma meydana geldiği bilinmektedir. Bu kırılmalar sıklıkla dikey yönde olur. Kök kanalı tedavisi ve dikey kök kırıkları arasındaki ilişkiyi gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalara göre kök kanalı tedavisi yapılan dişlerde dikey kök kırığı oluşma sıklığı kök kanalı tedavisi yapılmamış dişlere göre daha fazladır (3-6).

Kök kırıklarına sebep olarak gösterilen nedenler arasında çürük nedeniyle diş dokularında meydana gelen aşırı kayıplar, travma, restoratif ve endodontik işlemler nedeniyle meydana gelen doku kayıpları, kök kanalı dolgusu işlemleri sırasında uygulanan aşırı basınç ve kök kanalı içi post uygulamaları bulunmaktadır. Bununla birlikte sodyum hipoklorit ve kalsiyum hidroksit gibi kök kanalı tedavisinde rutin olarak kullanılan malzemelerin de dişin kırılma direncini etkilediği bildirilmiştir (7, 8).

Kök kanalı dentin yüzeyine bağlanabilen maddeler kalan diş yapılarını güçlendirebilir (9). Kök kanalı dentini ile kök kanal dolgusu arasındaki adezyon ve mekanik bağlanma mikrosızıntıyı önler, kırılma riskini azaltır (10-14).

Dolgu maddelerinin kök kanalı dentinine adezyonu ve mekanik bağlanması, çeşitli araştırmalarla incelenmiştir. Yalnız bu bağlanmanın incelenmesi yeterli değildir. Bu bağlanma çok iyi olsa bile, bağlanmanın dişlerin kırılma direncini etkileyip etkilemediğinin araştırmalarla belirlenmesi gerekmektedir.

Bu düşünceden hareketle, bu çalışmada son zamanlarda daha çok kullanılan kök kanalı dolgu maddeleri seçilerek; bu dolgu maddeleri ile kök kanalları doldurulan dişlerin, dolgudan sonraki kırılma dirençlerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Başarılı bir kök kanalı tedavisi, kök kanalı sistemindeki tüm debrislerin tamamen temizlenmesini, patojenik organizmaların uzaklaştırılmasını ve ağız ortamından bakteri girişinin önlenerek bakterilerin periapikal dokulara yayılmasını engellemek için kök kanalı boşluğunun tamamen örtülmesini kapsamaktadır (15-20). Bu şekilde dişin ağızda uzun dönem fonksiyonel olarak kalmasını sağlamak amaçlanmaktadır.

Kök kanalı tedavisi; endodontik giriş kavitesinin hazırlanması, kemomekanik temizlik ve kök kanalının sızdırmaz bir şekilde doldurulması işlemlerini içermektedir.

Endodontik giriş kavitesinin doğru bir şekilde hazırlanması, kanal aletlerinin kök kanalına hiçbir engelle karşılaşmadan girmesine olanak sağlarken, minimum diş doku kaybıyla dişin yapısal sağlamlığını da korur. Yetersiz hazırlanan endodontik giriş kavitesi; kök kanalı ağzının bulunamaması, kök kanalında alet kırılması, zip-ledge-perforasyon oluşumu gibi istenmeyen komplikasyonlara neden olabilmektedir.

Kök kanalı tedavisinin asıl amacı; apikal periodontitisin önlenmesi veya tedavi edilmesi için kök kanallarındaki mikroorganizmaların ve patolojik debrislerin uzaklaştırılmasıdır (21). Bu yüzden kemomekanik preperasyon ve kök kanallarının temizlenmesi işlemi önem taşımaktadır. Grossman mekanik temizliği kök kanalı tedavisinin en önemli bölümü olarak tarif ederken (22), Schilder başarılı bir kök kanalı tedavisi için temizleme ve şekillendirme işlemlerinin gerekli olduğunu belirtmiştir (16). Mekanik şekillendirme işlemleri ve irrigasyon endodontinin temel prensipleri sayılmaktadır ve başarılı bir kanal tedavisi için vazgeçilmezlerdir (23, 24). Mekanik şekillendirmenin amacı kök kanalındaki debrislerin mekanik olarak uzaklaştırılması ve antimikrobiyal ajanlar için yeterli alan hazırlanmasıdır (16). Mekanik şekillendirmenin kök kanalı sisteminde bulunan mikroorganizma sayısını irrigasyon olmasa dahi azalttığı bilinmektedir (25). İrrigasyon ise; mekanik şekillendirme ile ulaşılamayan yan kanal, isthmus ve apikal delta gibi yerlerde kalan mikroorganizma ve debrisin uzaklaştırılmasına ve kök kanalının dezenfeksiyonuna olanak tanımaktadır. Böylece

mekanik şekillendirme ve irrigasyonun kombinasyonu yani kemomekanik preperasyon ile mikroorganizma sayısı 100-1000 katı azaltılabilmektedir (25, 26).

Kök kanallarının, şekillendirme ve dezenfeksiyon sonrasında kök ucundan kuronale kadar üç boyutlu ve sızdırmaz bir şekilde doldurulması gerekmektedir. Endodontik olarak başarısız olguların yaklaşık %60'ında ana etiyolojik neden apikal sızdırmazlığın tam olarak sağlanamamasıdır. Kök kanallarının eksik, yetersiz doldurulması veya taşkın dolgu yapılması apikal sızıntının gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır (27). Kök kanalı dolgu işlemi genellikle sadece kök kanalı dolgu patı, kök kanalı dolgu patı ve tek kon yöntemi, kök kanalı dolgu patı ve güta-perkalar ile soğuk lateral kondensasyon yöntemi veya sıcak kondansasyon yöntemi tercih edilmektedir.

Kök kanalı tedavisi sırasında veya sonrasında kök kanallarının bulunamaması, perforasyon, eksik/taşkın kök kanalı dolgu, sodyum hipoklorit (NaOCl) taşması, kök kanalında alet kırılması, dişin/kökün kırılması gibi birçok komplikasyon oluşabilmektedir.

Kök kanalının bulunamaması, kök kanalı sisteminde oluşan perforasyonun sızdırmaz bir şekilde örtülenememesi, eksik/taşkın kök kanalı dolgu mikrosızıntı sonrası tekrar enfeksiyon gelişmesine neden olmakta ve tedavi başarısızlıkla sonuçlanmaktadır.

Sodyum hipoklorit; kök ucundan taşıdığı vital dokularda toksik etki göstermesi sebebiyle şiddetli ağrı, şişlik, hematoma, amfizem, allerjik reaksiyon, deri ülserasyonu ve doku nekrozu gibi ciddi komplikasyonlara neden olmaktadır (28).

Kök kanalında alet kırıldığı zaman farklı yaklaşımlar söz konusu olur; öncelikle kanal aleti çıkarılmaya çalışılmaktadır, çıkarılmaz ise kırık alet by-pass edilerek kök kanalı dolgu işlemi yapılmakta ve diş takip edilmektedir veya kanal aletinin kırıldığı kök kanalı kök ampütasyonu yapılarak uzaklaştırılmaktadır.

Bu komplikasyonlar arasında en kötü prognoz kök kırıklarında görülmektedir ve genellikle ilgili dişin çekimi önerilmektedir (29, 30, 31, 32). Bu sebeple yeni geliştirilen kök kanalı dolgu sistemleri ile kök kanalı boşluğunu sızdırmayacak şekilde doldurulmasının yanında dişi güçlendirmek hedeflenmektedir (33).

2.1 Dikey Kök Kırıkları

Dikey kök kırıkları; kısmi veya tam kırık şeklinde, kök dentini kalınlığı boyunca kök kanalından periyodonsiyuma uzanarak dişin uzun eksenine dar açı yapmakta ve kökü uzunlamasına katetmektedir. Bu kırıklar genellikle kurondan veya kök ucundan başlamakta, bazı durumlarda bu iki nokta arasında kök boyunca görülmektedir (34).

2.1.1 Dikey Kök Kırıklarının Teşhisi

Dikey kök kırıklarının teşhisi oldukça zordur ve birçok durumda ancak cerrahi olarak kök yüzeyinin görülebilir hale getirilmesinden sonra dikey kök kırığının kesin tanısı konulabilmektedir. Dikey kök kırıkları; tüm kök boyunca, kökün bir bölümünde kuronalde veya apikalde, kökle beraber kuron boyunca veya kökün her iki yüzeyinde görülebilmektedir.

Dikey kök kırıkları belirgin işaretler ve semptomlar göstermeyerek diş hekimlerinin teşhisini zorlaştırmaktadır. Yapılan çalışmalarda, dikey kök kırıklarının genel klinik belirtileri olarak künt bir ağrı, şişlik, fistül ağzı ve lokalize derin periodontal defekt görüldüğü rapor edilmektedir (34-37).

2.1.2 Dikey Kök Kırıklarının Radyografik Belirtileri:

Klinik ve radyografik bulgular, kırığın büyüklüğüne ve lokalizasyonuna bağlıdır. Fragmanlar ayrılmadıkça, kırıklar genellikle radyografide görülmemektedir (38). Dikey kök kırığı olasılığını düşündüren veya dikey kök kırığı teşhisini kesinleştiren pek çok radyografik belirti vardır (34, 39).

- Kök parçalarının belirgin bir şekilde birbirinden ayrılmış olması.
- Kök kanalı dolgusu boyunca ve ona paralel doğrusal bir gölge şeklinde görülen radyolüsent kırık hatlarının varlığı.
- Kök kanalı dolgu maddesinin kırık hattına dolarak radyopak kırık çizgilerinin meydana gelmesi.
- Kökün apikal kısmını da içine alan dikey kök kırığı özellikle iki karşıt kök yüzeyi arasında bulunuyorsa, apikal kök yüzeyi boyunca “hale şeklinde”, “göz damlası şeklinde”, veya “balon şeklinde” olarak nitelenen kemik kaybı görülmesi.
- Dikey kök kırığına bağlı olarak radyolüsent lezyonların krete uzanması sayesinde, periodontal hastalıklarla karıştırılması (40). Periodontal sondalama ile dişin kök ucuna inilerek kırığın derinliğinde bir kemik defekti ile karşılaşılması (37).

2.1.3 Dikey Kök Kırıklarının Diğer Belirtileri

Dikey kök kırıkları etrafındaki kronik iltihabın yol açtığı kemik yıkımı sonucu, kırık hattı boyunca ve genişliği 1-2 mm arasında olan dar periodontal cepler meydana gelir. Bu cepler kök ucu yönündedirler veya kök ucuna kadar uzanırlar. Dişin diğer bölgelerindeki cep derinlikleri ise normal sınırlardadır. Dikey kök kırığı bulunan dişlerin uzun seneler anlaşılmadan ağızda kaldığı, fakat bu süre içerisinde kırık hattından giren mikroorganizmaların kronik iltihaba neden olarak kemik yıkımını arttırdığı ve tüm bunların sonucu olarak abse, dişte mobilite gibi belirtilerin oluşmasıyla dişte dikey kök kırığı varlığının anlaşıldığı bildirilmiştir (34, 39).

2.1.4 Dikey Kök Kırığı Görülme Sıklığı

Kök kanalı tedavisi yapılmış dişlerde dikey kök kırığı görülme sıklığı vital dişlere göre daha fazladır (41, 42, 43). Olgu raporlarından ve protetik tedavi görmüş hastaların uzun süreli kontrollerinden elde edilen verilere göre dikey kök kırığı görülme sıklığı %2-5 arasında değişmektedir (25, 37, 44, 45, 46, 47).

Lertchirakarn ve ark. (1999), dikey kök kırığının en fazla alt keser dişlerde görüldüğünü bildirmişlerdir (48). İn vivo dişlerin incelendiği bir araştırmada ise dikey kök kırığına en sık (%52) küçük azı dişlerinde, sonra da alt büyük azı dişlerinin mezial köklerinde rastlandığı belirtilmiştir (47).

2.1.5 Dikey Kök Kırığı Olan Dişlerin Prognozu

Bu tip kırıklarda prognoz oldukça kötüdür (49). Dikey kök kırığı olan dişlerde, kronik enflamasyon sonucu oluşan lokalize kemik yıkımı ve derin periodontal cep varlığında ilgili köke hemiseksiyon yapılması veya çekilmesi önerilmektedir (30, 31, 32).

2.1.6 Dikey Kök Kırıklarının Nedenleri

Dişlerde meydana gelen dikey kök kırıklarının önlenmesi için öncelikle kırığa yol açacak etkenlerin bilinmesi gerekir. Endodontik tedavi görmüş dişlerde dikey kök kırığı etiyojisi hazırlayıcı ve iyatrojenik olarak ikiye ayrılmaktadır (32).

Hazırlayıcı faktörlere çürük, travma gibi diş dokusu kaybının olduğu durumlar (50, 51, 52, 53, 54) kök şekli ve anatomisi (35, 47), pulpanın çıkarılması sonrası dişteki dehidratasyon (1, 55, 56), daha önceden dentinde bulunan çatlaklar (57), dişin kemik desteğini kaybetmesi (58) örnek verilebilir.

İyatrojenik faktörler ise kök kanalı tedavisi işlemleri ve kök içine post uygulanması gibi iki ana etken olarak karşımıza çıkmaktadır. İyatrojenik faktörler; kök kanalının aşırı şekillendirilmesi, uzun süre kalsiyum hidroksit uygulanması ve irrigasyon solüsyonlarının etkisi (7, 8), kök kanalı dolgu maddesinin basınçla sıkıştırılması (40, 59-62), kök içi post uygulaması olarak sıralanabilir (4, 63).

Sedgley ve Messer (1992), çürük, travma, restoratif ve endodontik işlemler nedeniyle diş yapısında meydana gelen kayıpların kök kanalı tedavisi yapılan dişlerde kırılmaya direnci azaltan esas faktör olduğu fikrini savunmuşlardır (1).

Endodontik tedavi görmüş bir dişin kırılmaya karşı direnci kalan sağlam diş dokusuyla direkt olarak ilgilidir (4, 54, 64-69). Endodontik giriş kavitesi hazırlığında kaldırılan dentin miktarı fazla olduğu zaman dişin kırılmaya karşı olan direnci azalmaktadır. Dentin miktarı kaybının fazla olması, tüberküller, pulpa odasının tavanı, marjinal sırtlar gibi anatomik yapıların kaybı gibi nedenlerden dolayı diş dokusunda kırılmalar görülmektedir (70).

Reeh ve ark. (1989), kök kanalının şekillendirilmesi ve doldurulmasının dişin kırılma direncini azaltmadığını savunmaktadır (64). Bununla beraber, Trope ve Ray ise, kök kanallarının şekillendirilmesinin diş köklerinde kırılmaya karşı direnci istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalttığını bildirmişlerdir (3).

Kök ve kök kanallarının morfolojik yapıları, eğrilikleri ve darlıkları gibi yapısal faktörler de dişlerde kırılmaya dayanımını değiştirebilir (39). Obermayr ve ark. (1993), diş yapısındaki stres ve morfolojik değişikliklerin dişlerin mekanik özelliklerini etkileyeceğini söylemişlerdir (63). Kök kırığının lokalizasyonunu ve yönünü belirleyen faktörler kök kanalının şekli, eksternal kök morfolojisi ve dentin kalınlığıdır. Bu üç faktör arasında en önemlisi kök kanalının şeklidir (71). Kanal çapının küçük olması stres artışına sebep olmaktadır ve dolayısıyla dişin kırılma direncini etkilemektedir (72).

Dişler çeşitli organik sıvıları ve yumuşak dokuları içerdikleri için viskoelastiktir. Mekanik açıdan bu yapılar dişe gelen şokları absorbe eden ve dışardan gelen darbeler sonucu oluşan gerilimi minimize eden hafifletme materyali olarak rol oynarlar (73). Huang ve ark. (2006), bahsi geçen hafifletme özelliklerinin travmatik bir yaralanma sırasında gelen stresi azaltarak ve gerilim enerjisini daha uzun süreye yayarak dişi koruyabileceğini göstermiştir (73). Klinik olarak dişin viskoelastik özelliğini sağlayan asıl yapı periodontal ligament olsa da, pulpa gibi yastık görevi gören ve gelen stres dağılımını etkileyen başka yapılar da bulunmaktadır (74). Kök kanalı tedavisi sırasında, dişin nemli kalmasını sağlayan pulpa ve organik doku çıkarıldığı zaman gelen basıncı hafifletme oranının azalacağı, dişin visküz özelliklerinin düşeceği ve kök kanalı tedavisi yapılmış dişlerin kırılmaya daha yatkın olacağı bildirilmiştir (75, 76).

Jameson ve ark. (1993), dentinin dehidratasyonunun dişi daha kırılgan bir hale getirdiğini bildirmişlerdir (56). Bununla beraber, endodontik tedavinin ve dişin nem oranının dentin özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bir başka çalışmada dehidratasyonun dentin dayanıklılığını ve sertliğini azaltmadığı bulunmuştur (77).

Larson ve ark. (1981), kök kanalı dolgusu yapılmış dişlerin sertlik veya elastisite modüllerinde anlamlı bir değişiklik bulunmadığını belirtmişlerdir (78). Kök kanalı tedavisi uygulanan dişlerin dentinlerinde meydana gelen yapısal değişikliklerin, dişlerin kırılma dayanımlarına etkisi olmadığını bildiren birçok çalışma bulunmaktadır (1, 77, 79, 80, 81, 82). Sedgley ve ark. (1992), kanal tedavisi yapılmış dişlerin vital dişlerle benzer biyomekanik özellikler (makaslama kuvveti, sertlik, kırılma için gerekli kuvvet vb) gösterdiklerini bildirmişlerdir (1).

2.2 Kanal Tedavisi İşlemlerinin Dişin Kırılma Direncine Olan Etkileri

2.2.1 Endodontik Giriş Kavitesinin Hazırlanmasının Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri

Kök kanalı tedavisi sırasında hazırlanan endodontik giriş kavitesi, pulpa tavanında bulunan kuronal dentinin sağladığı yapısal bütünlüğün bozulmasına ve dişin gelen kuvvetler karşısında daha fazla esnemesine neden olmaktadır.

Reeh ve ark. (1989), endodontik kavite açılan dişlerin dayanıklılığında %5 oranında bir azalma görüldüğünü bildirmişlerdir. Bu oranın, dişte MOD kavite açılmasıyla meydana getirilen %63 oranındaki önemli direnç azalmasına kıyasla oldukça küçük olmasına karşılık istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtmişlerdir (64).

2.2.2 Kök Kanallarının Şekillendirilmesinin Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri

Kök kanalı tedavisi işlemlerinin diş dokusunu zayıflatarak dişin kırılma direncini arttırdığı birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (41, 42, 43, 54).

Wilcox ve ark. (1997), dentin dokusunun kaldırılma miktarı arttıkça dişin kırılma riskinin de artacağını bildirilmişlerdir (83).

Teknolojik gelişmelerle beraber, kanal preparasyonu yöntemleri de hızlı bir şekilde gelişmeye devam etmiştir. Nikel-titanyum (NiTi) döner aletlerle şekillendirme ile el aletleriyle şekillendirme arasında kök kanalında kanal şekli, boyut ve konisine farkı ortaya çıkmaktadır. El aletleri ile şekillendirme sırasında, kök kanalı şeklinde düzensizlikler meydana gelmektedir (84, 85). Yapısal defektlerin, kırıkların veya kök kanalı düzensizliklerinin bulunmasının, kök kırılma direnci üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır (86). Bunun sebebi olarak; uygulanan stresin bu defektlerin üzerinde katlanarak artması ve etkide bulunması gösterilmektedir (72). NiTi döner aletler

kullanıldığında, kök kanalı şekli genellikle daha yuvarlak ve düz bir hal almakta (87, 88, 89) ve kök kanalı düzensizlikleri preparasyon sırasında elimine edilmektedir. Teorik olarak, NiTi döner aletler ile hazırlanan düz konisiteli kanallarda kırılmaya olan yatkınlık da azalmaktadır.

2.2.3 Sodyum Hipoklorit Kullanımının Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri

Endodontik tedavi sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonları, dentinin kimyasal ve fiziksel özelliklerini değiştirmektedir (90). Kök kanallarının kemomekanik dezenfeksiyonu için genellikle sodyum hipoklorit (NaOCl) kullanılmaktadır. pH'ı yaklaşık 11-12 seviyesindedir. NaOCl, nekrotik ve vital dokular üzerinde çözücü etkisinin olmasının yanı sıra, bakteriler üzerinde de geniş spektrumlu antibakteriyel etkisi bulunmaktadır (91, 92).

Smear tabakasını kaldırmak için ilk yapılan araştırmalarda, sodyum hipoklorit kullanılmış ve yapılan araştırmalarda smear tabakasını uzaklaştırmada yetersiz kaldığı bildirilmiştir (93-98). Sodyum hipokloritin şekillendirme sırasında ve sonrasında smear tabakasına etki etmediği ve sadece yüzeysel olarak temiz bir kök kanalı oluşturduğu gözlenmiştir (94, 95, 99, 100).

Sim ve ark. (2001), %5.25'lik NaOCl ile irrigasyonun kırılma dayanımını anlamlı derecede azalttığını ve kök dentininin gerilme özelliklerini değiştirerek 'Young Modülü'nde azalma meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, dişler daha kırılğan bir hale geldiğini ve kırılmaya karşı daha dayanıksız olduklarını göstermişlerdir (7).

2.2.4 Kalsiyum Hidroksit Kullanımının Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri

İlk olarak 1838 yılında ‘fistula dentalis’ tedavisi için Nygren tarafından ve 1851 yılında Codman tarafından da dental pulpayı korumak amacıyla kullanılan kalsiyum hidroksitin asıl dişhekimliğinde yaygın olarak kullanılması 1920 yılında Herman tarafından pulpa örtüleme materyali olarak önerilmesinden sonra başlamıştır (101). İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra kalsiyum hidroksitin klinik kullanımı artmıştır. O zamandan bu yana kalsiyum hidroksitin kullanım alanları genişlemiş ve günümüzde vital pulpa ve periapikal dokularda iyileşmeyi sağlayan ve sert doku oluşumunu uyaran özelliklerinden dolayı endodontide vazgeçilmez bir materyal olarak yerini almıştır.

Kalsiyum hidroksitin antienflamatuar ve antibakteriyel etkinliği (102), osteoklastlar üzerindeki inhibe edici etkisi (29, 103, 104) ve buna ilaveten alkalen fosfataz etkisiyle sert dokular üzerinde uyarıcı etkisi (29, 105), kök kanal sistemindeki organik dokuları ve nekrotik materyali çözücü etkisi (106, 107) ve hemostatik etkisinin (103) olduğu bildirilmiştir.

Kalsiyum hidroksit; kök kanalı tedavilerinde, periapikal lezyonların ve enfekte kök kanallarının tedavisinde, apeksogenezis ve apeksifikasyon olgularında, internal ve eksternal kök rezorbsiyonlarında, iyatrojenik perforasyonların tamirinde, kök kanalı dolgu patlarının ve simanların içeriğinde ve kök kırıklarının tamirinde kullanılmaktadır (108).

Cvek’in retrospektif çalışmasında, endodontik tedavi gören genç sürekli dişlerde servikal kırık oluşma riskinin oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir (109). İncelen dentinle beraber, kalsiyum hidroksitin uzun dönem kullanımı kökün zayıflamasına yol açmaktadır (8). Alkalin yapısına rağmen, kalsiyum hidroksit, dentinin asidik protein içeriklerini nötralize edebilmekte, çözmekte ve/veya denatüre etmektedir. Böylece, dentin yapısını zayıflatmakta ve dentinin kırılma direnci azalmaktadır.

Kök kanalını doldurmadan önce, kök kanalı duvarları ile kök kanalı dolgu patı arasında en iyi arayüzü elde etmek için, kök kanalı içindeki pat iyice temizlenmelidir. Bununla beraber, Ca(OH)_2 patları kök kanalı sisteminden kolayca uzaklaştırılmamaktadır (110). Barbizam ve ark. (2008), Ca(OH)_2 kullanılan grupların bağlanma dayanımı değerlerini kontrol grubunda daha düşük bulmuşlar, kök kanal boşluğunda kalan artık Ca(OH)_2 patının Epiphany'nin kök dentinine bağlanmasını azalttığını belirtilmişlerdir (111). Buna rağmen, bağlanma dayanımı değerleri kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur.

2.2.5 Kök Kanallarının Doldurulmasının Dişlerin Kırılma Direncine Etkileri

Hem vertikal hem de lateral kondansasyon teknikleri ile kök kanalının doldurulması; kök kanal duvarına ve kök dentinine spreaderlar yardımıyla basınç uygulamak olarak düşünülmektedir. Bu prosedür sırasında dikey kök kırıkları meydana gelebilmektedir (39). Uygulanan güç, materyalin dayanımını aşan bir stres meydana getirdiğinde, oluşan bu stresler yapısal başarısızlıklar veya kırıklar ile sonuçlanmaktadır (112).

Farklı kök kanalı doldurma tekniklerinin (lateral kondansasyon, Obtura ve Thermafil) dikey kök kırıklarına olan etkileri gerinim testleri ile ölçülmüştür (113). Obtura tekniği ile lateral kondansasyon tekniğinin kök kanalının doldurulması sırasında meydana getirdikleri yük, Thermafil tekniğinde elde edilen değerlerin iki katından daha fazla bulunmaktadır. Bununla beraber, dikey kök kırığının gerçekleşmesi için gerekli olan değer, kök kanalının doldurulması sırasında ortaya çıkan yükün 6 katıdır. Lertchirakarn ve Lindauer çalışmalarında lateral kondansasyon sırasında ortaya çıkan yükü ölçmüşler ve ortaya çıkan bu yükün dikey kök kırığının gerçekleştirilmesi için gerekli olan kuvvetten oldukça düşük olduğunu bildirmişlerdir (48, 114). Bu sebeplerden dolayı, çok zayıf kök kanalları haricinde, kök kanalı doldurma tekniklerinin dikey kök kırıkları üzerinde büyük bir etkisi olmadığı düşünülmektedir.

Bazı araştırcılar kök kanalı doldurma işleminde lateral kondansasyon sırasında oluşacak stresin dikey kök kırıklarına neden olduğu fikrini ortaya atmışlardır (37, 39, 13, 115, 116). Bununla beraber, aşırı kuvvet uygulanmadığı takdirde veya diş kökü normalden daha zayıf değilse lateral kondansasyonun dikey kök kırığı sebebi olmayacağını savunan araştırmalar da bulunmaktadır (83, 116). Benzer Şekilde Lindauer ve ark., Dang ve Walton da farklı çalışmalarla lateral kondansasyonun dikey kök kırığına sebep olma olasılığının çok düşük olduğunu bildirmişlerdir (114, 117).

Lertchirakarn ve ark. (1999)'na göre lateral kondansasyon direkt olarak dikey kök kırığı nedeni olmasa bile dişlerde kısmi kök kırıklarına sebep olabilir. Bu olay dentinin gelen kuvvet karşısında tam dikey kök kırığı oluşmasına izin vermeyecek Şekilde elastik olması Şeklinde yorumlanabilir. Kısmi kırıklar yüksek stres konsantrasyon alanları oluşturarak kanal duvarı kalınlığınca hareket eder ve kökün diş yüzeyine ulaştığında dikey kök kırığı oluşmasına neden olur (48).

Yapılan çalışmalarda lateral kondansasyon sırasında uygulanan dikey basınç kuvvetinin 1-3 kg arasında olduğu (60, 113, 115), alt kesici dişler için 1.5 kg'lık bir yükün (60), üst kesici dişler için de 7.2 kg'lık (40) bir yükün dişlerin kırılması için yeterli olacağı belirtilmiştir. Bununla birlikte lateral kondansasyon sırasında dikey kök kırığına sebep olabilecek spreader kuvvetinin 6-17 kg olduğunu, bunun diş tipi, kök kanalının konisitesi, spreader dizaynı, kök kurvatürü ve Şekillendirme sonrası kalan dentin kalınlığı gibi parametrelere göre değiştiğini bildiren araştırmalar da bulunmaktadır (40, 60, 114, 117, 118).

2.3 Post Uygulamaları

Endodontik tedavili dişlerde travma ve çürüğe bağlı olarak kuronda aşırı madde kaybının olması fonksiyonel kuvvetler karşısında dirençlerinin azalmasına neden olmaktadır. Günümüzde, aşırı madde kaybına uğramış endodontik tedavili dişlerin "post-core" sistemi ile restore edilmesi yaygın olarak kullanılmaktadır (119). Post; kök kanalı içerisinde yer alan ve core yapıya destek sağlayan kısımdır. Core ise; post

yapının kuronalinde yer alan ve kaybedilen diş dokusunun yerine hazırlanan bölümdür (120) . Bu ikili sisteme “post-core” adı verilmektedir.

Restorasyonun amacı; destekleme, yerine koyma ve retansiyon şeklinde özetlenebilmektedir. Postlar, intraoral kuvvetleri radiküler dentinden çevre dokulara eşit olarak dağıtmalı ve kuronal diş yapısını oluşturan korun retansiyonunu sağlamalıdır (121).

2.3.1 Post Uygulamalarının Dişin Kırılma Direncine Etkileri

Kuronal restorasyonun başarılı bir endodontik tedavinin son aşaması olduğu ve seçilen materyalin dişin kırılmaya direncini arttırmada önemli rol oynadığı bilinmektedir (122, 123). Birçok çalışmada kuronal restorasyon ve kalan diş yapısının desteklenmesi için post uygulanmasının dişin kırılma direncini azaltabileceği ve kırılmaya neden olabileceği belirtilmiştir (125-129). Bu çalışmalarda kanal tedavisi yapılmış bir diş döküm post, prefabrike metal post veya fiber post ile restore etmenin dişin kırılma direncine negatif etki yapacağı bildirilmektedir (125-129).

Post uygulanması sonucunda kök içinde düzensiz dentinal stres dağılımı meydana gelmektedir (130). Fonksiyonel yüklemeyi takiben post-dentin arayüzeyinde oluşan stres alanları ve mikroçatlaklar daha sonra büyüyerek restore edilemeyecek kırıklara neden olmaktadır (71, 131).

Post ile restore edilen dişlerin kırılma direncini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Post uzunluğu, post çapı, post dizaynı, post materyali, postun yerleştirilmesi, kor materyali ve yapıştırıcıda kullanılan simanlar direkt “post-core” sistemiyle ilgili faktörlerken (132), tüberküllerin kapsanması, kalan kuronal diş yapısı ve alveol kemiği desteği gibi restore edilecek diş ilgilendiren faktörler de bulunmaktadır (132, 133).

2.3.2 Post ile İlgili Faktörler

Stres analiz çalışmalarına göre uzun metal, fiber veya zirkonyum postlar tercih edildiğinde, dentinde stres dağılımı daha uygun olmaktadır (134, 135). Bununla beraber, postun boyu uzadıkça kırılma direnci artmaktadır (132). Kökün desteklenmesi için, endodontik bir postun boyunun alveol kemiği sınırının altına uzanması gerekmektedir (136). Davy ve ark. (1981), post uzunluğunun kök boyunun üçte ikisi kadar olduğu durumlarda servikal bölgedeki streslerde azalma olduğunu bildirmişlerdir (135). Buna karşılık, Burns ve ark. (1990), post uzunluğu ile dentin içindeki stres dağılımı arasında çok küçük bir ilişki olduğunu açıklamışlardır (137). Ayrıca, birçok çalışmada, post uzunluğunun restore edilen dişin kırılma direncine etkisi olmadığı görüşü savunulmaktadır (138, 139, 140).

Post çevresinde kalan dentin miktarı ile dişin kırılmaya karşı olan direnci birbirleriyle oldukça ilgilidir (42, 141). Post çapı arttıkça, kök dentinine gelen stres de artmaktadır (142, 143). Post çapı fazla olan dişlerin kırılma dirençleri de azalmaktadır (141). Post çapının kökün genişliğinin üçte biri kadar olması önerilmektedir (4). Mou ve ark., post ile kök çapı arasındaki oranın yaklaşık 1/4 şeklinde olmasını önermektedirler (144). Bazı çalışmalarda post çevresinde 1 mm sağlam dentin bulunması gerektiğinden söz edilmektedir (124).

Postun uzunluğu ve çapı kadar dizaynı da kırılma direncini etkilemektedir. Çünkü, yivli metal postlarda dentin-yiv arayüzeyinde oluşan stres konsantrasyon alanları, kırığa dönüşebilecek çatlaklar meydana getirmektedir (145). Oluşan bu stresler, yiv sayısı azaltılarak ve yivler arası boşluk arttırılarak azaltılabilmektedir (146). Bununla beraber, yivli post yerleştirdikten sonra saat yönünün tersine yapılacak ufak bir rotasyon hareketi ile de oluşacak stresler azaltılabilmektedir (147). Paralel kenarlı postlarda kök kırığı görülme sıklığında artış görülmezken, konisiteli postlar kullanıldığında kök kırığı riski de artmaktadır (148, 149).

Bununla beraber, Silva ve ark. (2009)'nın stres dağılımını inceledikleri çalışmalarında, post materyalinin postun dış şeklinden daha önemli olduğu bildirilmiştir (150).

Elastisite modülü dişten daha fazla olan postlar kökte stres oluşturmakta ve böylece kırığa neden olmaktadır (131, 142). Ayrıca, fiber postlar gibi elastisite modülü dentine yakın olan postlar da stresin post-dentin arayüzünde daha iyi dağılmasını sağlamak ve daha az kök kırığına neden olmaktadır (131, 142, 151, 152).

Elastisite modülü düşük olan materyaller kuvvet karşısında daha fazla eğilir ve böylece diş kırılmadan önce post kırılmış olur (153-155). Bu durum sayesinde diş yapısı için koruyucu bir mekanizma oluşmaktadır. Fiber postlar ile restore edilen dişlerin klinik başarı oranlarını araştıran birçok çalışma bulunmaktadır (156-158). Elastisite modülleri dentine yakın olan fiberle desteklenmiş rezin postlarla restore edilmiş dişlerin, elastisite modülleri dentinden daha yüksek olan metal veya zirkonyum postlarla restore edilmiş dişlere göre kırılma dirençlerinin daha iyi olduğu birçok araştırma ile gösterilmiştir (159-165). Döküm post ve kor kullanıldığında daha fazla kök kırığı ile karşılaşmaktadır (126, 127, 166, 167). Buna karşılık, fiber post veya metal postlar ile restore edilen dişlerin kırılma dirençlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (167, 168, 169).

Tüm bunlara ek olarak, postun yerleştirilmesi de oldukça önem taşımaktadır. Kanal duvarına iyi adapte olan postlar, dişlerin kırılma direncini anlamlı olarak artırırken (149), iyi adapte olmayan postlar ise dişlerde kırılmaya neden olabilmektedir (170).

Post materyalinin yerleştirilme işleminden sonra, uygun kor materyali ve yapıştırıcı siman seçimi oldukça önem taşımaktadır. Sertliği az olan kor materyalleri, oklüzal kuvvetler karşısında deforme olarak dentine gelen stres konsantrasyonunu azaltmaktadır (153). Kompozit rezinlerin kırılma dayanımı dişin kırılmasına neden olacak kuvvetlerden daha azdır (171). Böylece, diş yapısı korunmaktadır. Döküm post ve

korlar ise prefabrike postlardan, amalgam ve kompozit korlardan daha çok kök kırığıyla ilişkilendirilmiştir (172).

Yapılan birçok çalışmada, rezin bazlı simanların post ile restore edilen dişlerin kırılma direncini arttırabileceğini gösterilmiştir (173, 174, 175, 176, 177). Resin simanla yapıştırılan postların kırılma dayanımları, çinko fosfat veya cam iyonmer simanla yapıştırılan postlara oranla kırılmaya daha dirençli bulunmuştur (173, 176, 178).

Monoblok tipi restorasyonlar, pulpası çıkarılan dişlerin restorasyonunda stresin uygun olarak dağıtılabilmesi için en uygun restorasyonlar olarak bilinmektedir (179). Bu restorasyonlar, dişe biyomekanik olarak bağlanabilen post, kor ve kuron materyallerinden ve adeziv tekniklerden oluşmaktadır. Bununla beraber, smear tabakasının kök kanalından tamamen uzaklaştırılmaması, kök kanalındaki nemin tamamen kurutulmaması, büzölmeye uğramayan ve dentinin elastisite modülüne yakın olan post ve siman materyallerinin sağlanamaması bu monoblok yapının oluşmasını zorlaştırmaktadır (132).

2.4 Kök Kanalı Tedavisi Sonrası Restorasyon

Kök kanalı tedavisi yapılmış diş, sağlıklı bir dişle karşılaştırıldığında bazı önemli farklılıklar göstermektedir. Kasp, sırt ve pulpa odasının tavanı gibi anatomik yapılarda dentin kaybı görülmektedir (180). Dentin elastisitesinin azalması (181), su içeriğinin düşmesiyle (55) kırılmaya daha yatkın bir hal alır. Ayrıca, kanal tedavisi sırasında ve öncesinde diş dokularında oluşan çatlaklar tedavinin başarısızlığına neden olabilmektedir. Kalan diş yapısını korumak endodontik tedavinin uzun dönem başarısı için önemli bir faktördür (182).

Endodontik tedavi sonrasında dişlerin ağızda kalma süreleri dişe yapılacak restoratif/protetik restorasyonların başarısı ile yakından ilgilidir. İyi yapılmış kuronal bir

restorasyon kanal tedavisinin başarısını arttırırken, başarısız restorasyonlar genellikle dişin kaybına neden olabilecek kuron ya da kök kırıklarına sebebiyet verirler.

Kök kanal tedavisi sonrasında yapılacak restorasyonun tipini ve şeklini kalan diş sert dokusunun miktarı, dişin anatomik pozisyonu, hastanın yaşı, endodontik tedavinin prognozu ve oklüzal fonksiyon etkilemektedir. Bu faktörler göz önünde bulundurularak endodontik tedavi gören dişe direkt (kompozit, amalgam, cam iyonomer), indirekt (kompozit, seramik ve metal inley/onley) veya post/kuron restorasyonlar yapılabilmektedir.

Kompozitlerin sıkışma dayanıklılığına ve kırılmaya karşı yeterli dirence sahip olduğu gösterilmiştir (79, 183, 184). Kompozitler ve adeziv sistemleri estetik özellikleri, mine ve dentine bağlanabilmeleri, teorik olarak diş-restorasyon kompleksinin bütünlüğünü arttırması nedeniyle genel olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, posterior dişlerde indirekt kompozit rezin restorasyonların kullanılması ile maksimum aşınma dayanıklılığı elde edilebilmekte, kompozitin polimerizasyon büzülmesinin olumsuz etkileri azaltılabilmekte ve restorasyonun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin daha iyi kontrol edilmesi sağlanmaktadır (185, 186). Ancak, kompozitin i yüzeyinde oksijen inhibisyon tabakası olmaması nedeniyle reaksiyona girmemiş metakrilat grupların azlığı, diş dokularına bağlanmalarını azaltmaktadır.

Retrospektif çalışmalarda, kompozit rezinle restore edilen dişlerde klinik başarının yüksek olduğunu bildirilmiştir. Ancak, laboratuvar çalışmalarında üst kk azı dişlerine uygulanan MOD kompozit rezin restorasyonların, benzer şekilde adeziv uygulanmadan yapılan MOD amalgam restorasyonlara göre daha fazla güçlendirme etkisinin olmadığı belirtilmiştir (187, 188, 189).

MOD kompozit rezin restorasyonlar ve seramik inleylerle restore edilen molarların incelendiği bir in vitro çalışmada, CAD/CAM seramik restorasyonlarla restore edilen dişlerin, restore edilmemiş sağlam dişlerle kıyaslanabilir düzeyde kırılma direnci gösterdiği bildirilmiştir (190).

Kök kanalı tedavisi yapılmış, MOD defekte ilave olarak bir veya daha fazla tüberkül kaybı olan dişlerin korunması için porselen onley restorasyonlar tercih edilmektedir (191). Bremer ve ark. (2001), kök kanalı tedavisi yapılmış dişlere uygulanan seramik inleylerin kırılma direnci değerleri, doğal sağlam dişlerle karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir (190).

Döküm altın restorasyonlar son yıllarda popülaritelerini kaybetmiş olsalar da, ağızda en uzun süre kalan restorasyonlar olma özelliklerini korumaktadırlar. Kavite duvarlarına adaptasyonları başarılı olduğundan dolayı, adezivle yapıştırılan rezin kompozit inleyler, direkt kompozit restorasyonlarla karşılaştırıldıklarında daha iyi bağlanma dayanımı gösterirken, seramik inleyler de döküm altın inleyler kadar dayanıklılık göstermektedir (192).

2.5 Bağlanma (Adezyon)

Adezyon kavramı, dişhekimliğinde köklü değişikliklerin kapılarını aralamıştır. En önemli değişiklikler; dentin dokusunun üzerinin tamamen örtülerek pulpa dokusunun koruma altına alınabilmesi ve yapılan restorasyonların makro mekanik tutuculuğa bağımlılığının ortadan kalkması olmuştur.

Son yıllarda adeziv teknik ve materyallerde yaşanan büyük gelişmeler sayesinde, restoratif dişhekimliğinde, daha az diş dokusu kaldırılarak restorasyonlara yeterli destek sağlayabilme noktasına gelinmiş ve artık mineye olduğu kadar dentine de yüksek bağlantı kuvvetleri ile bağlanabilmek mümkün kılınmıştır (193).

Adezyon; bir arayüz ile yakın temasta olan iki materyali birbirine bağlayan mekanizma olarak tanımlanmaktadır. üç farklı adezyon mekanizmasından bahsedilmektedir. Bunlar; iyonik, kovalent ve metalik bağların oluşturduğu kimyasal adezyon, moleküler bazda Van der Waals kuvvetleri, London dağıtıcı kuvvetleri ile hidrojen bağlarının oluşturduğu fiziksel adezyon ve bir materyalin mikroskobik

seviyede diğzerinin içine geçmesi olarak tanımlanan mekanik adezyon olarak sayılabilmektedir (194).

2.5.1 Dentinin Yapısı ve Bağlanma

Dentinin, mine tabakasını destekleyen, fakat mineden yapısal olarak oldukça farklı bir tabaka olduğu bilinmektedir. Yaşam boyu, pulpa odasının duvarlarına dizilmiş odontoblastların aktiviteleri ile oluşmaya devam etmektedir.

Dentin dokusu ağırlıkça %68-70 inorganik yapı, %27-28 organik yapı ve %3.5-4 kadar da sudan oluşmaktadır (195, 196). Dentine bağlanmadaki problem; kompleks yapısı ve kimyasal içeriğinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (197). Dentindeki inorganik madde miktarındaki değışiklik, yapısındaki esneklik, hidrofobik rezin monomerlerin penetrasyonunu zorlaştıran 25-30 mmHg civarındaki pulpal basınç ve son olarak her türlü mekanik işlemden sonra yüzeyi kaplayan smear tabakası; dentine bağlanmayı güçleştirmektedir. Dentine bağlanma, dentinin derinliğine bağılı olarak değışmektedir. Yüzeyel dentinle derin dentinin nemliliğı çok farklıdır. Derin dentinde kanal sayısı mm²'de 45000 iken, yüzeyel dentinde 25000'dir. Derin dentinde yüzeyel dentinden daha geniş kanallar bulunmaktadır. Bundan dolayı, derin dentin yüzeyel dentinden daha nemli bir yapıya sahiptir. Önceleri dentin yüzeyinin nemli olması dentine bağlanmada büyük engel oluştururken, günümüzde nemli yüzeye bağlanabilen wet-bonding sistemleri geliştirilmiştir. Ancak bunlarda dentin yüzeyinin ne kadar nemli olması gerekliliğinin bilinmemesi önemli bir problem oluşturmaktadır. Ortalama mineral içeriğinin dentinin derinliğiyle değışmemesine rağmen, kollajenden zengin intertübüler dentinin miktarı dentin derinliği arttıkça azalmakta, hipermineralize peritübüler dentin miktarı ise artmaktadır. Dentin hacmi başına düşen kollajen miktarı da yüzeyel dentinden derin dentine doğru azalır (198). Kanallar içindeki sıvı, pulpadan belirli bir basınçla dışarıya doğru sürekli akış halindedir. Bu durum, dentin kurutulsa bile daha sonra tekrar nemli hale gelmesine sebep olur (199, 200).

Dentinin mekanik özellikleri olarak; basınç gerilimi, elastisite modülü, makaslama ve çekme gerilimi ile mikro ve nanosertlik sayılabilmektedir (201).

Elastisite modülü; gerilmenin gerinime (stres/strain) oranı olarak tanımlanmaktadır ve materyalin sertliğinin ölçüsünü vermektedir, birimi megapaskal (MPa)'dır (202, 203). Elastisite modülü arttıkça cismin katılığı da artmaktadır. Yüksek elastisite modülüne sahip bir cisim, aynı kuvvetler altında, düşük elastisite modülüne sahip bir cisimden daha az deformasyona uğramaktadır (204, 205, 206). Restoratif diş hekimliğinde yüksek elastisite modülüne sahip materyallerde sıklıkla bağlanmanın bozulması sonucu oluşan post-operatif hassasiyet ve zayıf marjinal uyum görülmektedir. Bununla birlikte, yüksek elastisite modülü uzun süre marjinal stabilite ve oklüzal kuvvetler altındaki deformasyonun minimize edilmesi için tercih edilen bir özelliktir. Dentinin elastisite modülü yaklaşık 14.000 MPa'dır ve dentine bağlanan materyallerin benzer elastisite modülüne sahip olması beklenmektedir (207).

Restoratif diş hekimliğinde dentine bağlanma sistemlerindeki gelişmeler doğrultusunda, bu sistemlerin endodontide kök kanalı dolgu materyali olarak kullanıma potansiyeli günümüzde en güncel konulardan biridir. Yeni geliştirilen ve dentin duvarlarına bağlanabilen bir dental materyalin teorik olarak sadece iyi bir tıkama sağlamayacağı, aynı zamanda kök kanalı tedavisi yapılmış dişleri kuvvetlendirebileceği düşünülmektedir (208).

Dental materyallerin kök kanalı dentinine bağlanmasının değerlendirildiği çalışmalarda bağlanma dayanımı deneyleri öne çıkmaktadır (209). Bağlanma dayanımı; belli bir bölgede adeziv materyal ve dentin arasındaki bağlanmanın bozulması için gerekli kuvvet olarak tanımlanmaktadır, megapaskal (MPa) olarak ifade edilir ve birimi Newton/mm^2 'dir (210).

Dentine bağlanmada dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan biri de kavitelerdeki konfigürasyon faktörü, yani C faktörüdür. C faktörü, bağlanan yüzeyin bağlanmayan yüzeye oranı olarak tanımlanır ve bağlanma dayanımını etkilemektedir

(211). Kök kanallarının rezin bağlanması için tercih edilmeyen bir geometrisi vardır çünkü C faktörü 100:1 olabilir (211, 212). C faktörünün 3:1'den fazla olduğu oranlarda bağlanmanın zor olduğu düşünülürse (213), kök kanallarında adeziv sistemlerin kullanıldığı durumlarda boşluk olmaması imkansızdır (214).

Kök kanalı dolgu patlarının dentine bağlanma dayanımları, kök kanalı dolgusunun örtücülük özellikleri açısından önemlidir (215). Bununla beraber, güta-perka/kök kanalı dolgu patı sistemlerinin kök dentinine kimyasal olarak bağlanamadığı ancak mikro-mekanik retansiyon ile örtücülük sağladığı düşünülürse bağlanma dayanımı testlerinin kırılma direnciyle ilgisi önem kazanmaktadır. Push-out testi de materyallerin bağlanma dayanımını ölçmek için en çok kullanılan yöntemlerden biridir.

2.6 Adeziv Sistemlerin Endodontide Kullanılması

Yıllardır araştırmacılar kalan diş yapısını destekleyip, güçlendirmenin yollarını aramaktadırlar. Johnson ve ark. (2009)'a göre bir materyalin diş desteklemesi için dentine bağlanması gerekmektedir (216). Trope ve Ray (1992), kanal tedavisi yapılmış köklerde kırılmaya karşı destek olabilecek özellikleri olan kök kanalı dolgu patlarının kullanılmasının anlamlı olacağını bildirmişlerdir (3). Benzer şekilde Lertchirakarn ve ark. (2002), kullanılan kök kanal dolgu patının diş bağlanabilme özelliklerinin diş güçlendirmede önemli olduğunu rapor etmişlerdir (217).

Diş yapısına bağlanabilen restorasyonlar ile kural destek sağlanmıştır. Bu düşünceler doğrultusunda kural 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 (216).

Endodontik tedavide adeziv sistemler, kök kanalı boşluğunu kök kanalı dolgu maddesi olarak doldurmak ve uygun rezin simanla kök kanal sistemine post yapıştırmak

amacıyla kullanılmaktadır (216, 218). 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 (219). Kök kanalını güçlendirmeye olan eğilim adeziv kök kanal patlarının gelişmesine ve dolayısıyla kök kırıklarına karşı direncin artırılmasına da katkıda bulunmaktadır (14, 216).

Kök kanalı dolgu patlarının adezyonu, patların kök kanal duvarına bağlanma ve kor materyallerin hem birbirine, hem de dentine bağlanmasını artırma kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (220).

Dentin adeziv sistemler ve uyumlu metakrilat bazlı rezin simanlar kullanılarak kök içi dentiniyle adezyon sağlanabileceği bildirilmiştir (221-227). Bununla birlikte, geleneksel güta-perka konlarının poliizopren bileşenleriyle kimyasal birleşme sağlayamayan çinko oksit ojenol, epoksi rezin, kalsiyum hidroksit veya cam iyonmer bazlı kanal dolgu patlarının endodontik monoblok yapı oluşturamadığı belirtilmiştir (228, 229, 230).

Yapılan çalışmalarla kök kanal dolgu materyalinin kök kanalı dentiniyle monoblok yapı oluşturması sağlanarak, kalan diş yapısını güçlendirebilecek ideal bir kök kanal dolgusunun yapılması hedeflenmektedir (14, 231).

2.6.1 Endodontide Monoblok Sistemler

Monoblok terimi tek ünite anlamına gelmektedir. Monoblokların amacı dentin ile dolgu maddesinin birbirine bağlanarak bütün bir yapı oluşmasını sağlamak, oluşan bu yapının dişe gelen kuvvetleri birlikte karşılayarak oluşan stresleri azaltmak ve zayıflamış dişleri kuvvetlendirmektir.

Monoblokların fonksiyonel, mekanik homojen bir ünite olarak başarılı olabilmeleri için iki şartı yerine getirmeleri gerekmektedir: Bunlardan birincisi; monobloğu oluşturan materyaller birbirlerine ve destekleyecekleri dokuya (dentine) güçlü bağlanma özelliğinde olmalıdırlar. İkincisi ise; monobloğu oluşturan materyallerin elastisite modülleri birbirine yakın olmalıdır (232).

Monobloğun amacı; kök kanalının bir tarafındaki dentin duvarından başlayıp karşı dentin duvarına uzanan katı, bağlanan ve devamlılığı olan bir materyal oluşturmayı hedeflemektir. Monobloklar kök kanalı duvarı ile kök kanalı dolgu maddesi arasındaki arayüzey sayısına göre primer, sekonder ve tersiyer olmak üzere üçe ayrılmaktadır (232).

Primer monobloklar: Kök kanalı duvarı ve kök kanalı dolgu maddesi arasında bir arayüzey bulunmaktadır. Hdyron (Hydron; Technologies, Inc., Pompano Beach, FL), Mineral Trioksit Aggregate (MTA; ProRoot MTA, Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) primer monobloklara örnektir (232).

Sekonder monobloklar: Biri kök kanalı duvarı ve kök kanalı dolgu patı, diğeri kanal dolgu patı ve kök kanalı dolgu maddesi arasında olmak üzere iki arayüzey bulunmaktadır. Karbon fiber postlar, Resilon (Resilon Research LLC, Madison, CT, USA) ve Epiphany (Epiphany, Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA) sekonder monobloklara örnek olarak verilebilir (232).

Tersiyer monobloklar: Kök kanalı duvarı ve kök kanalı dolgu materyali arasında üçüncü bir arayüzey yer almaktadır. EndoREZ (Ultradent, South Jordan, UT), ActiV GP (Brasseler, Savannah, GA, USA) tersiyer monoblok sistemlere örnektir (232).

2.7 Çalışmamızda Kullanılan Kök Kanalı Dolgu Maddeleri Ve Kök Kanalı Dolgu Patları

2.7.1 Güta-perka (DiaDent, Canada)/AH Plus (De Trey Dentsply, Konstanz, Germany)

Güta-perka Güney Afrika'da bulunan Spatoceae ağacı familyasından Isonandra percha ağacının sadeleştirilerek kurutulmuş öz suyundan elde edilen organik polimer moleküldür (233). Saf moleküler yapısı poliizoprenin trans izomeridir ve yaklaşık %60'ı kristal formdadır. Diş hekimliğinde kullanılan güta-perka konlarının yapısında, %18-20 oranında güta perka, %59-76 oranında çinko oksit, radyoopasiteyi arttırmak için %1-18 oranında metal sülfat, plastikliği arttırmak için %1-4 oranında mum veya rezin bulunmaktadır. Yüzdeler farklı markalar arasında değişim gösterebilmektedir (234).

Günümüzde güta-perka; biyolojik olarak uyumlu olması, toksik ve alerjik etkilerinin bulunmaması, gerektiğinde kök kanalından sökülebilmesi nedeniyle piyasaya sürülmesinden bu yana en çok kullanılan kök kanalı dolgu maddesi olmuştur (235, 236).

Güta-perka tek başına kök kanalı duvarına adezyon sağlayamadığı için, güta perka konları arasında ve güta-perka ile kök dentini arasında boşluklar kalabilmesi nedeniyle mutlaka kök kanalı dolgu patı ile birlikte kullanılmalıdır.

Günümüzde endodontide en sık çinko oksit ojenol, kalsiyum hidroksit, cam iyonomer veya rezin bazlı kök kanalı dolgu patları kullanılmaktadır. Resin bazlı kök kanalı dolgu patları düşük çözünürlük özellikleri (237), apikal örtücülük özellikleri (238), kök dentinine mikro retansiyon ile bağlanmaları (239) sebebiyle tercih edilmektedirler. AH 26 ve AH Plus resin bazlı kanal dolgu patlarına örnek olarak gösterilebilir (240). Epoksi resin içerikli AH 26 patı, 1957 yılında Schröder tarafından piyasaya sunulmuştur. Uzun yıllar kullanıldıktan sonra formaldehit salınımı ve renkleşme eğilimi yüzünden yerini yeni geliştirilen AH Plus'a bırakmıştır. AH Plus, AH

26 gibi epoksi resin esaslı bir kök kanalı dolgu patıdır. AH Plus kök kanalı dolgu patı çabuk ve kolay karıştırılabilmesi için AH 26 daki toz/likit sistemi yerine çift patlı sistem halinde piyasaya sunulmuştur. A ve B patları eşit hacimlerde kullanılır 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 (241).

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 yağından oluşmaktadır (242).

Üç farklı kök kanalı dolgu maddesiyle kök kanalı tedavisi yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada 1. grup güta-perka/AH 26, 2. grup Resilon/Epiphany, 3. grup güta-perka/Ketac-Endo, 4. grup kontrol grubu olarak gruplandırılmıştır. Deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu belirtilmiştir. Güta-perka/AH 26 grubu, diğer üç gruptan istatistiksel olarak yüksek kırılma direnci değerleri göstermiştir. 2. ve 3. gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). 2. ve 3. gruplar ile kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$) (243).

Güta-perka/AH Plus, Resilon/Epiphany ve güta-perka/çinko oksit ojenol kök kanalı dolgu maddeleriyle, lateral kondansasyon yöntemi kullanılarak kök kanalı dolgusu yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada güta-perka/AH Plus grubunda bulunan dişlerin Resilon/Epiphany grubundaki dişlere göre kırılmaya karşı daha dirençli oldukları belirtilmiştir. Güta-perka/çinko oksit ojenol grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (244).

Güta-perka ve Epiphany kök kanalı dolgu sistemi ve iki farklı kök kanalı dolgu patı kullanılarak kök kanalı tedavisi yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada Resilon/AH Plus grubu en yüksek kırılma direnci değeri ortalaması

gösterirken (473,6 N), en düşük kırılma direnci değeri ortalaması şekillendirilmiş ama kök kanalı dolgusu yapılmamış grupta (239,4 N) gözlenmiştir. Ayrıca güta-perka/AH Plus, güta-perka/Epiphany, Resilon/AH Plus ve Resilon/Epiphany grupları arasında kırılmaya direnç bakımından istatistiksel açıdan bir farka rastlanmadığı rapor edilmiştir (245).

Lertchirakarn ve ark. (2011)'nin güta-perka ve/veya RealSeal kök kanalı dolgu materyalleriyle kök kanalı dolgusu yapılmış dişlerin kırılma dirençlerini inceledikleri çalışmalarında güta-perka/AH Plus kök kanalı dolgu patı (255 ± 74 N) ve güta-perka/RealSeal kök kanalı dolgu patı (237 ± 38 N) grupları, RealSeal kon/RealSeal kök kanalı dolgu patı (163 ± 29 N) ve RealSeal kon/AH Plus kök kanalı dolgu patı (134 ± 17 N) gruplarından anlamlı derecede yüksek kırılma direnci değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir (246).

Kök kanalı dolgu maddelerinin kanal dolgusu yapılmış dişlerin kırılma dirençleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada güta-perka/AH Plus, Resilon/Epiphany ve güta-perka/Endomethazon gruplarının hepsinin şekillendirilmiş dişleri kuvvetlendirdiği belirtilmiştir. Bu üç deney grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Deney gruplarının kendi aralarında anlamlı bir fark içermediği bildirilmiştir (247).

Çobankara ve ark. (2002), iki farklı kanal dolgu patı ve smear tabakasının köklerin kırılma dayanımına etkisini araştırmışlardır. Kök kanallarının şekillendirilmesinin kırılma dayanımını istatistiksel olarak etkilediğini bildirmişlerdir. Bununla beraber, kök kanalları şekillendirildiğinde köklerin anlamlı olarak zayıfladığını, smear tabakası olsun olmasın Ketac-Endo ve AH 26 kanal dolgu patlarının kök kırılma dayanımına etkisinin farklı olmadığını ve bu iki kanal dolgu patıyla lateral kondansasyon tekniği ile doldurulan dişlerin, negatif kontrol grubundaki dişlerden anlamlı olarak güçlü olduğunu belirtmişlerdir (248).

Çeşitli kök kanalı dolgu materyallerinin kök kanalı dentinine bağlanma dayanımlarının push-out testiyle in vitro olarak karşılaştırıldığı bir araştırmada güta-perka /AH Plus grubu; güta-perka/Kerr EWT, Resilon/Epiphany, Activ GP kök kanalı dolgu sistemi ve EndoREZ gruplarından daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (249).

Ulusoy ve ark. (2007), güta-perka/AH Plus'ın bağlanma dayanımı değerlerini Resilon/Epiphany ve güta-perka/Ketac Endo Aplicap ile elde edilen bağlanma dayanımı değerlerinden anlamlı olarak yüksek bulmuşlardır (243).

Rezin bazlı kanal dolgu patlarının dentinin kırılma özelliklerine etkilerinin incelendiği, güta-perka/AH Plus, Resilon/RealSeal, negatif ve pozitif kontrol gruplarını içeren bir çalışmada kırılma direnci değerleri 410 N - 451 N arasında bulunmuştur. Gruplar aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermezken; kök kanalının şekillendirilmesinin kırılma direncini azaltmadığı, rezin bazlı kanal dolgu patlarının kırılma direncini artırmadığı belirtilmiştir (250).

2.7.2 Thermafil (Dentsply, United States)/AH Plus (De Trey Dentsply, Konstanz, Germany)

Thermafil sistemi termoplastik güta-perka kök kanalı dolgu yöntemlerinden biridir. Güta-perkanın yüzey adaptasyonunu ve kök kanalı dolgusunun homojenitesini arttırmak amacıyla geliştirilmiştir. Thermafil kök kanalı dolgu sistemi etrafında alfa fazlı güta-perka bulunan plastik bir taşıyıcının özel ocağında ısıtılıp kök kanalına yerleştirilmesi esasına dayanmaktadır (251).

Kök kanalı şekillendirme işlemi bittikten sonra kanala uygun Thermafil kon verifiyer yardımıyla seçilir ve üzerinde çalışma boyu ayarlanır, kök kanalına kanal dolgu patı gönderilir, özel ısıtıcısı olan Therma Prep Oven'da (Tulsa Dental Products) ısıtılan Thermafil kon rotasyon hareketi yapılmadan hafif apikal basınç ile çalışma boyunda kök kanalına yerleştirilir. Kök kanalı doldurma işlemi yapılırken, Thermafil dolgu

maddesinin fırından uygun zamanda çıktığından emin olunmalı, ağız dışında fazla bekletilmeden kök kanalına yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Aksi takdirde yeterince sıcak olmayan güta-perkanın kanala yerleştirilmesi sırasında taşıyıcısından ayrılması riski vardır. Ayrıca alete rotasyon yaptırılması vidalanarak şıkışmasına veya güta-perkanın taşıyıcısından ayrılmasına sebep olabilmektedir (251).

Thermafil kanala yerleştirildikten sonra 3-4 dk güta-perkanın soğuyup sertleşmesi beklenir. Daha sonra aletin sap kısmı kanal ağzından 1-2 mm uzaklıkta kesilmelidir. Bu durum kanal tedavisi tekrarı gerekirse taşıyıcının kanaldan uzaklaştırılmasını kolaylaştıracaktır (251).

Thermafil kök kanalı dolgu sistemi kök kanalları çok eğri veya düzensiz olmadığı sürece bütün diş gruplarında güvenle kullanılabilir (252). Fakat bu tekniğin başarısı kanal dolgu patının kanal içindeki düzensiz yapıları doldurup dolduramamasına bağlıdır (253, 254). Çalışmalar termoplastik güta-perkanın kök kanal sistemindeki düzensizliklere daha iyi uyum gösterdiğini bildirmektedir (255-259).

Üç farklı kök kanalı dolgu yöntemiyle kanal tedavisi yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin incelendiği bir çalışmada şekillendirme işleminin dişlerin kırılma direncini anlamlı derecede azalttığı rapor edilmiştir. Çalışmada AH 26 ile lateral kondansasyon, Beefill ve Thermafil teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı ve bu sistemlerin dişlerin kırılma direncini artırmadığı belirtilmiştir (260).

2.7.3 Resilon/Epiphany SE (Pentron Clinical Technologies, LLC. Wallingford CT)

Resilon/Epiphany sistemi Resilon kor materyali, Epiphany kök kanalı dolgu patı, self-etch primer ve kök kanalı dolgu patının viskozitesinin ayarlanabilmesi için rezin incelticiden oluşmaktadır (10, 261). 2004 yılında piyasaya sürülen Resilon kor materyali, termoplastik sentetik polimer esaslı kök kanalı dolgu maddesidir. İçeriğinde ayrıca %65 oranında biyoaktif cam, bizmut oksiklorit ve baryum sülfat doldurucuları bulunur (262).

Resilon güta-perkaya benzer çalışma özelliklerine sahiptir. Kanal tedavisi tekrarı gereken durumlarda ısıyla ve kloroform gibi çözücüler ile yumuşatılabilir. Düşük sıcaklıklarda tıpkı güta-perka konları gibi iken, daha yüksek ısılarda termoplastize edilebilir. Güta-perkadan biraz daha serttir. Ancak doldurucu bileşenleri nedeniyle daha esnektir. Güta-perkaya göre daha radyopak görüntü verir. ISO standartlarında ana konları ve çeşitli ölçülerde yardımcı konları mevcuttur. Buna ek olarak sıcak termoplastik tekniklerle kullanılabilen Resilon peletleri de bulunmaktadır (10). Üretici firmaya göre herhangi bir kök kanalı doldurma tekniğinde (lateral kondansasyon, vertikal kondansasyon, termoplastik, taşıyıcı ve enjeksiyon) kullanılabilir.

Epiphany (Pentron Clinical Technologies, LLC. Wallingford CT) rezin esaslı, dual-cure bir kompozit kök kanal patıdır. Resin matriksin içinde UDMA (üretan dimetakrilat), PEGDMA (polietilen glikol dimetakrilat), EBPADMA (etoksilat bisfenol A dimetakrilat), BisGMA (bisfenol-a-glisidil dimetakrilat) bulunur. Doldurucu olarak da kalsiyum hidroksit, baryum sülfat, silan ile muamale edilmiş baryum borosilikat camlar, alüminyum oksit, bismut oksiklorit, silika, peroksit, ışık inisiyatorleri, stabilizatörler ve pigmentler bulunmaktadır. İçeriğinin % 70'ini doldurucular oluşturmaktadır (221, 263).

Bu kök kanalı dolgu sisteminin birinci jenerasyonu olan Epiphany sistemi, Epiphany kök kanal dolgu patı, Resilon konu, self-etch primer ve rezin incelticiden oluşmaktadır. Self-etch primer, sulfonik asit eklenmiş fonksiyonel monomer, 2-hidrosetil metakrilat (HEMA), su ve polimerizasyon başlatıcılar içermektedir (10, 261).

Üretici firma orijinal kök kanal dolgu patı ve primerin yerini alacak olan ikinci jenerasyon Epiphany SE self-etch kök kanalı dolgu patını (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA) piyasaya sürmüştür. Epiphany SE kök kanalı dolu patı ve Resilon konundan oluşur. Bu kök kanalı dolgu patı self-etch dual-cure hidrofilik rezin içerikli bir patıdır, Resilon ve dentine bağlanmak için ayrı bir primere ihtiyaç duymamaktadır (264). Bu kök kanalı dolu patının resin matriksinin içinde Epiphany'deki gibi UDMA değil, daha hidrofilik bir monomer olan HEMA yer

almaktadır (263). Rezin matriksinin içinde ayrıca EBPADMA (etoksilat bisfenol A dimetakrilat), BisGMA, doldurucu olarak da asidik metakrilat rezinler, silan ile muamale edilmiş baryum borosilikat camlar, aluminyum oksit, silika, hidroksiapatit, Ca-Al-F silikat, bizmut oksiklorit, peroksit, ışık inisiyatörleri, stabilizatörler ve pigmentler bulunmaktadır (263). Epiphany SE self-etch kök kanalı dolgu patı primer uygulamasının yetersiz kalabileceği bölgelerde, özellikle kökün apikal üçte birlik kısmında, teknik hassasiyetini azaltmayı hedeflemektedir (265).

Sagsen ve ark. (2007), güta-perka/AH 26, Resilon/Epiphany ve güta-perka/MCS kök kanalı dolgu patı uygulanan dişlerde kırılma direncini araştırmış ve aralarında anlamlı bir farklılık bulamamışlardır (5). Bununla birlikte, tüm grupların kırılma direnci değerleri, şekillendirilmiş fakat doldurulmamış gruptan anlamlı olarak yüksek elde edilmiştir.

Güta-perka/AH 26 ve Resilon/Epiphany kök kanalı dolgu maddeleriyle hem lateral kondensasyon, hem de ısıtılmış vertikal kondensasyon yöntemleriyle kök kanalı dolgusu yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada kök kanalı dolgu yöntemlerinden bağımsız olarak Resilon grupları, güta-perka gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek değerler göstermiştir (14).

Güta-perka/AH Plus ve Resilon (RealSeal kök kanalı dolgu sistemi) ile kök kanalı dolgusu yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada Resilon grubundaki dişlerin güta-perka/AH Plus grubundaki dişlere göre kırılmaya karşı daha dirençli oldukları belirtilmiştir. İki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (266).

Güta-perka/AH Plus ve Resilon/Resilon kök kanalı dolgu maddesi ve kök kanalı dolgu patıyla, lateral kondensasyon yöntemi ile kanal dolgusu yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada en yüksek kırılma direnci değerleri Resilon grubunda, en düşük kırılma direnci değerleri ise güta-perka/AH Plus grubunda

bulunmuştur. Gruplar arası karşılaştırmada Resilon grubunda, hem güta-perka, hem de kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür (267).

Skidmore ve ark. (2006), Resilon/Epiphany kök kanalı dolgu sisteminin güta-perka/Pulp Canal Sealer EWT kombinasyonuna göre istatistiksel olarak daha yüksek ($p<0.05$) mikro push-out bağlanma değeri ortalamasına sahip olduğunu belirtmişlerdir (268).

Ribeiro ve ark. (2008)'nın farklı endodontik materyallerin kök kırığına etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, Resilon/Epiphany, güta-perka/Epiphany, güta-perka/AH Plus, güta-perka/Sealer 26 ve güta-perka/Endofill grupları arasında kırılma direnci açısından anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bununla birlikte güta-perka ve Resilon kor materyallerinin kök kırığına karşı dayanıklılığı arttırmadığını bildirmişlerdir (269).

Gesi ve ark. (2005), Resilon/Epiphany ile kök kanalı dentini arayüzeyindeki bağlanmanın güta-perka/AH Plus ile kök kanalı dentini arayüzeyindeki bağlanmadan üstün olmadığını bildirmişler, bu sonuç karşısında kök kanallarının Resilon/Epiphany ile güçlendireceği fikrinin tartışmalı olduğunu belirtmişlerdir (270).

2.7.4 EndoREZ (Ultradent Products, South Jordan, UT)

EndoREZ sistemi (Ultradent Products, South Jordan, UT), polibütadien-diizosianat-metakrilat rezin kaplı güta-perka materyali ile, aktif bileşeni üretan dimetakrilat olan dual-cure kök kanal dolgu patı arasında kimyasal bağlanmaya dayalı bir sistemdir (271).

EndoREZ kök kanalı dolgu patı, hidrofilik, üretan dimetakrilat-rezin esaslı, HEMA içeren bir kök kanalı dolgu patıdır. Üretan dimetakrilat, rezin kompozitlerin organik matrisinin bir parçası olarak kullanılan bir monomerdur. EndoREZ kök kanalı dolgu patı doldurucu olarak bizmut oksiklorit, kalsiyum laktat pentahidrat ve silikon dioksit içerir

(272). EndoREZ çift pat sisteminden oluşan ve üretici firma talimatları doğrultusunda bir şırınga ile kök kanalına uygulanan bir kök kanalı dolgu patıdır. Üretici firma materyalin sertleşmeye başlamasının 15 dakika, tamamen sertleşmesinin ise 2 saatte olacağını belirtmiştir (273).

Kök kanalları gütaperka/Tubliseal, EndoREZ, Resilon/RealSeal ve gütaperka/GuttaFlow ile doldurulmuş dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada üzerinde hiçbir işlem yapılmamış dişlerden oluşan negatif kontrol grubunun kırılma direnci değerleri diğer gruplardan yüksek bulunmuştur. Rezin bazlı kanal dolgu maddeleri olan Resilon ve EndoREZ gruplarının kırılma direnci değerleri gütaperka ve GuttaFlow gruplarından yüksek, negatif kontrol grubundan düşük bulunmuştur. Resilon ve EndoREZ gruplarının kırılma direnci değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Aynı şekilde gütaperka ve GuttaFlow gruplarının kırılma direnci değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir (274).

Bouillaguet ve ark. (2007), EndoREZ ve Epiphany'nin kök kanalı dentinine bağlanmasının zayıf olduğunu ve bu materyallerin klinik koşullarında dişleri güçlendiremeyeceğini bildirmişlerdir (275).

2.8 Kök kanalı dolgu maddelerinin kırılma direncinin incelenmesinde kullanılan yöntemler

Günümüzde endodontide yeni materyallerin geliştirilmesiyle birlikte, kök kanalı dentini yüzeylerine olan bağlanma dayanımı değerlendirme çalışmaları da önem kazanmaktadır (276). Kök kanalı dolgu materyallerinin kök dentinine bağlanma dayanımları arttıkça, mikrosızıntı oluşması riski azalacak, dişin kırılmaya direnci ve dolayısıyla endodontik tedavinin başarı yüzdesi de artacaktır. Adeziv teknolojisindeki yenilikler, dişlerin koronal restorasyonlarında hem direncin, hem de endodontik tedavili dişlerin güçlendirilmesinde fayda sağlamaktadır (221, 277). Kanal dolgu materyallerinin kök kanal duvarına bağlanma dayanımlarını ölçmek amacıyla tensile (277), shear (225) ve push-out (278) testleri kullanılırken, materyallerin dişte kırılma

direncine etkisini ölçmek amacıyla kırma testi uygulanmaktadır (14). Tensile testi uygulamasında örnek ve materyal ara yüzeyindeki bağlantıyı değerlendirmek için çekme kuvveti uygulanırken (228, 229), shear testinde materyal ve diş yapısından oluşan örnekler üzerinde itme kuvveti uygulanarak bağlantı dayanımları test edilmektedir (230). Son zamanlarda yaygın şekilde kullanılan push-out test tekniği ise kanal dolgu patı ve dentin duvarı arasında olduğu gibi çok daha küçük bağlanma dayanımlarını ölçmesi bakımından tercih edilmektedir (11, 278). Çeşitli restoratif ve endodontik tedavi materyallerinin ve post sistemlerinin dişlerin kırılma direncine etkisini ölçmek amacıyla kırma test cihazı kullanılmaktadır (14, 279, 280). Trope ve Ray (1992), kırma cihazı kullanarak farklı kanal dolgu patlarının dişlerin kırılma dayanımına etkisini incelemiş (3), Çobankara ve ark (2002), smear tabakasının patların bağlanmalarına ve dişlerin kırılmaya yatkınlığına etkisini araştırmış (248), Teixeira ve ark (2004) ise farklı kanal dolgu materyallerini kırma testiyle karşılaştırmışlardır (14). Lam ve ark (2005), döner aletlerle veya elle yapılan preparasyonun dişlerin kırılma dayanımlarına etkisini incelerken (281), Wilcox ve ark (1997), 20 kök kanal preparasyonu miktarının dikey kök kırığı oluşmasındaki rolünü kırma cihazı kullanarak test etmişlerdir (83).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada 120 adet yeni çekilmiş, tek köklü ve tek kanallı, insan alt ön kesici dişleri kullanıldı. Dişlerin seçilmesinde; kök uzunluklarının birbirine yakın olmasına, köklerin apikal oluşumlarının tamamlanmış olmasına, kanalda kalsifikasyonların ve internal rezorpsiyonların bulunmamasına dikkat edildi. Operasyon mikroskobu altında $\times 25$ büyütmede dişlerde kırık ve/veya çatlak olup olmadığına bakıldı, sadece sağlam olanlar çalışmaya dahil edildi.

Dişlerin kök yüzeyleri üzerindeki tüm yumuşak ve sert doku artıkları, diş taşları, kavitron (Cavitron, Siemens, Germany) ve küret yardımıyla uzaklaştırıldı. Dişlerin kuron kısımları su soğutması altında elmas diskler ile mine-sement sınırından kesilerek 13 mm uzunluğunda standart örnekler elde edildi. Standardizasyonu sağlamak amacıyla dişlerin mine-sement sınırında bukkolingual yöndeki kalınlıkları mikrometre cihazı ile ölçüldü. Örnekler bu ölçümlere göre küçükten büyüğe doğru sıralandı ve rastgele her biri 20 diş içeren beş deney grubuna ve her biri 10 diş içeren iki kontrol grubuna dağıtıldı. Gruplar sırasıyla şu şekilde oluşturuldu: Grup I: (-) Kontrol, Grup II: (+) Kontrol, Grup III: Güta-perka/AH Plus, Grup IV: Thermafil/AH Plus, Grup V: Resilon/Epiphany SE, Grup VI: Güta-perka/Epiphany SE ve Grup VII: EndoREZ.

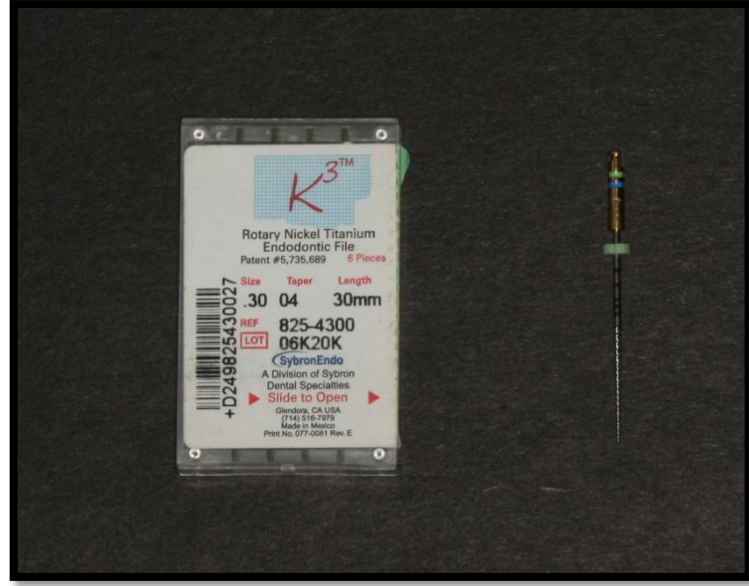
Dişler kalan pulpa dokusunu ve periodontal ligamenti temizlemek için bir saat boyunca %5'lik NaOCl (Wizard, Ankara, Türkiye) solüsyonunda bekletildikten sonra kullanılmaya kadar distile su içinde, oda sıcaklığında saklandı.

3.2 Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Çalışma boyunu tespit etmek amacıyla 10 numaralı K tipi eğe, foramen apikaleden görülene kadar kök kanalına yerleştirildi ve bu uzunluk mm olarak lld. Çalışma boyu bu uzunluktan 1 mm kısa olacak Şekilde hesaplandı. (-) Kontrol grubundakiler dışındaki tüm örnekler endodontik mikromotor (X-Smart, Dentsply) ile crown-down yöntemi ve K3 NiTi döner alet sistemi (Sybron Endo, Orange, USA) kullanılarak Őekillendirildi (Resim 3.1, Resim 3.2, Resim 3.3).



Resim 3.1: Çalışmada kullanılan endodontik mikromotor (X-Smart, Dentsply).



Resim 3.2: Çalışmada kullanılan K3 NiTi döner alet sistemi (Sybron Endo, Orange, USA).

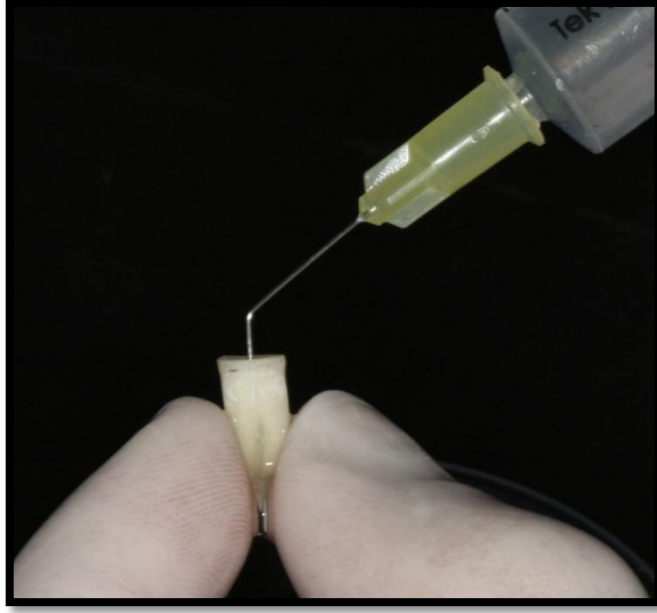


Resim 3.3: Çalışmada kullanılan örneklerin şekillendirilmesi.

Şekillendirme sırasında .04 konisiteli 30 numaralı K3 döner alet ile kök kanalında direnç hissedilene kadar ilerlendi, direnç hissedilen yerde .04 konisiteli 25 numaralı K3 döner alete geçildi. Bu şekilde numaralar küçültülerek zorlanmadan kök ucuna ulaşıldı. Daha sonra kök ucu preperasyonu .04 konisiteli 30 numara olana kadar aletler sırasıyla çalışma uzunluğunda numaralar arttırılarak kullanıldı. Son olarak kuronal kısmın konisitesini arttırmak için 2 ve 3 numaralı Gates-glidden frezler kullanıldı. Kök kanallarına her alet kullanımından sonra 30 gauge' lik enjektör yardımıyla 2 ml %5'lik NaOCl ile yıkama yapıldı (Resim 3.4, Resim 3.5).



Resim 3.4: Çalışmada kullanılan %5'lik sodyum hipoklorit (Wizard, Türkiye).



Resim 3.5: Örneklerin sodyum hipoklorit ile yıkanması.

Şekillendirme işlemi bittiği zaman smear tabakasını uzaklaştırmak için 10 ml %17 EDTA (Vista Dental Products, Wisconsin) solüsyonu (Resim 3.6) ve sonrasında 10 ml NaOCl solüsyonu kullanıldı. Son irrigasyon solüsyonu olarak distile su kullanıldı. Kök kanalları paper pointler ile kurulandı.



Resim 3.6: Çalışmada kullanılan %17 EDTA solüsyonu (Vista Dental Products, Wisconsin).

(+) Kontrol grubundaki 10 adet diş 30 numaralı .04 konisiteli K3 döner alet sistemi ile şekillendirildi fakat kanal dolgusu yapılmadan içleri boş bırakıldı. (-) Kontrol grubundaki 10 adet diş üzerinde hiçbir işlem yapılmamış sağlam dişlerden oluşturuldu.

3.3 Kök Kanallarının Doldurulması

Farklı kök kanalı dolgu sistemleri kullanılarak kanal tedavisi tamamlanan dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırıldığı çalışmamızda, kullanılan kök kanalı dolgu sistemleri Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1 Çalışmada kullanılan kök kanalı dolgu materyalleri.

<u>GRUPLAR</u>	<u>ÜRETİCİ FİRMA</u>	<u>UYGULANACAK DOLGU TEKNİĞİ</u>
Güta-perka ve AH Plus (n=20)	DiaDent (Diadent, USA) Dentsply, DeTrey Germany	*Standart güta-perka konları *AH Plus kök kanalı dolgu patı
Thermafil ve AH Plus (n=20)	Dentsply Dentsply,DeTrey Germany	*Plastik taşıyıcılı Thermafil kon *AH Plus kök kanalı dolgu patı
EndoREZ kök kanalı dolgu sistemi (n=20)	Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, USA	*EndoREZ konları *EndoREZ kök kanalı dolgu patı
Güta-perka ve Epiphany SE (n=20)	DiaDent (Diadent, USA) Pentron Clinical Technologies LLC, Wallingford, CT, USA	*Standart güta-perka konları *Epiphany SE kök kanal dolgu patı
Resilon- Epiphany SE kök kanalı dolgu Sistemi (n=20)	Pentron Clinical Technologies LLC, Wallingford, CT, USA	*Resilon konları *Epiphany SE kök kanalı dolgu patı

3.3.1 Güta-perka/AH Plus Grubu:

Bu grupta yer alan 20 adet dişin kök kanalları güta-perka konları (Resim 3.7) ve AH Plus kök kanalı dolgu patı (Resim 3.8) ile dolduruldu.



Resim 3.7: Çalışmada kullanılan güta-perka konları (Diadent, USA).



Resim 3.8: Çalışmada kullanılan AH Plus kök kanalı dolgu patı (Dentsply, DeTrey Germany).

30 numaralı .02 konisiteli ana güta-perka konu (Diadent, USA) alışma boyunda işaretlendi. Ana kon kök kanalı içinden çıkartıldıktan sonra, kök kanalına uygun bir spreader seçildi. Spreader alışma boyutundan 1 mm kısa olacak şekilde lastik stopla işaretlendi. Daha sonra AH Plus kök kanalı dolgu patı, üretici firmanın nerisi doğrultusunda karıştırıldı (Resim 3.9). şekillendirilmiş kök kanalının boyutuna uygun bir K-tipi kanal eğesi, AH Plus kök kanalı dolgu patına bulanarak, çalışma uzunluğunda kanala yerleştirildi ve saat yönünün tersine döndürüldü. Bu işlem iki kez tekrarlandı. Önceden kanala uyumlandırđımız ana kon, üretici firma nerisi doğrultusunda hazırlanan AH Plus kök kanalı dolgu patına bulanarak, çalışma boyunda kök kanalı içine yerleştirildi. Kanal dolgusu, lateral kondensasyon tekniği ile spreader ve pata bulanmış yardımcı güta-perka konları kullanılarak tamamlandı. Daha sonra giriş kavitesindeki fazla konlar ısıtılmış bir el aleti yardımıyla uzaklaştırıldı. Kök kanalı ağızları Coltosol (Coltene/Whaledent, Switzerland) ile kapatıldı (Resim 3.10).



Resim 3.9: AH Plus kök kanalı dolgu patının cam üzerinde karıştırılmış hali.



Resim 3.10: Çalışmada kullanılan geçici restoratif materyal (Coltisol, Coltene/Whaledent, Switzerland)

3.3.2 Thermafil/AH Plus Grubu:

Bu grupta yer alan 20 adet dişin kök kanalları plastik taşıyıcılı Thermafil kon (Resim 3.11) ve AH Plus kök kanalı dolgu patı ile dolduruldu.

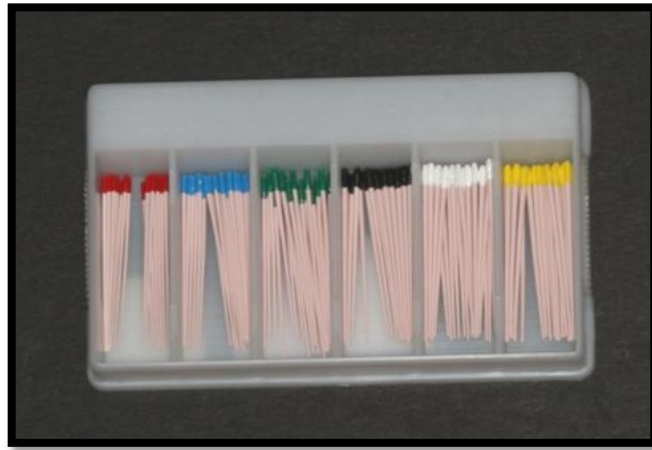


Resim 3.11: Çalışmada kullanılan Thermafil konlar (Dentsply, Germany).

30 numaralı .04 konisiteli Thermafil konun kök kanalına uygun olup olmadığı 30 numaralı Thermafil verifier ile kontrol edildi. Daha sonra AH Plus kök kanalı dolgu patı, üretici firma önerisi doğrultusunda karıştırıldı (Resim 3.9). Şekillendirilmiş kök kanalının boyutuna uygun bir K-tipi kanal eğesi, AH Plus kök kanalı dolgu patına bulanarak, çalışma uzunluğunda kök kanalına yerleştirildi ve saat yönünün tersine döndürüldü. Bu işlem iki kez tekrarlandı. Bu sırada üretici firmanın önerdiği süre doğrultusunda Therma Prep Oven (Tulsa Dental Products) ocağında ısınan Thermafil kon kök kanalına yerleştirildi. Güta-perkanın soğuması ve sertleşmesi için 3-4 dakika beklendikten sonra kuronaldeki artık parçalar ısıtılmış bir el aleti yardımıyla uzaklaştırıldı. Kök kanalı ağızları Coltosol (Coltene/Whaledent, Switzerland) ile kapatıldı (Resim 3.10).

3.3.3 Resilon/Epiphany SE Grubu:

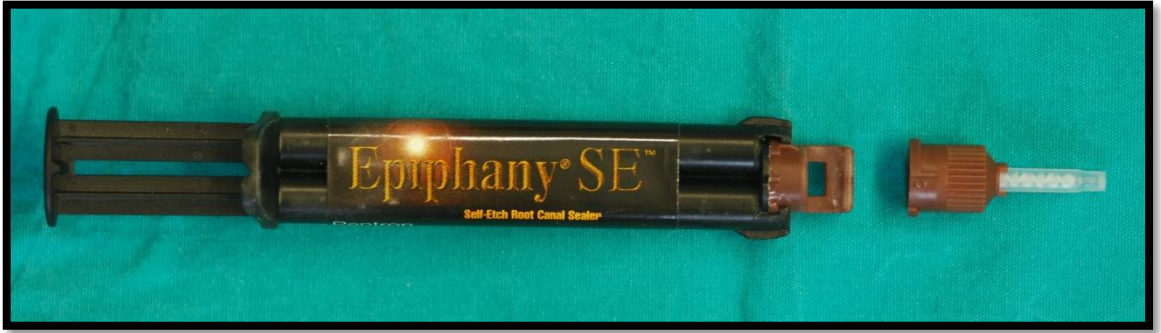
Bu grupta yer alan 20 adet dişin kök kanalları Resilon/Epiphany SE kök kanalı dolgu sistemi kullanılarak dolduruldu (Resim 3.12, Resim 3.13, Resim 3.14, Resim 3.15).



Resim 3.12: Çalışmada kullanılan Resilon konları.



Resim 3.13: Çalışmada kullanılan yardımcı Resilon konları.



Resim 3.14: Çalışmada kullanılan Epiphany SE kök kanalı dolgu patı (Pentron Clinical Technologies LLC, Wallingford, CT, USA).



Resim 3.15: Çalışmada kullanılan Epiphany SE kök kanalı dolgu patının cama yerleştirilmesi.

30 numaralı .02 konisiteli ana Resilon konu çalışma boyutunda işaretlendi. Daha sonra ana kon kök kanalı içinden çıkarıldı ve kök kanalına uygun bir spreader seçildi. Spreader çalışma boyutundan 1 mm kısa olacak şekilde lastik stopla işaretlendi. Epiphany self-etch dual-cure kök kanalı dolgu patı karıştırma pedine verildi. Şekillendirilmiş kök kanalının boyutuna uygun bir K-tipi kanal eğesi, Epiphany SE kök kanalı dolgu patına bulanarak, çalışma uzunluğunda kanala yerleştirildi ve saat yönünün tersine döndürüldü. Bu işlem iki kez tekrarlandı. Önceden kök kanalına uyumlandığımız Resilon ana konu, Epiphany SE kök kanalı dolgu patına bulanarak kök kanalına içine çalışma boyutunda yerleştirildi. Kök kanalı dolgusu, lateral kondansasyon tekniğiyle spreader ve pata bulanmış yardımcı Resilon konları kullanılarak tamamlandı. Daha sonra giriş kavitesindeki fazla konlar ısıtılmış bir ekskavatör yardımıyla uzaklaştırıldı. Üretici firma önerisi doğrultusunda kök kanalı dolgusu kurondan halojen ışık cihazı “Optilux 501” (Demetron; Kerr Corp, Danbury, CT, USA) ile 40 saniye polimerize edildi (Resim 3.16). Kök kanalı ağızları Coltosol (Coltene/Whaledent, Switzerland) ile kapatıldı (Resim 3.10).



Resim 3.16: Çalışmada kullanılan ışık aleti (Optilux 501, Demetron Kerr Corp, Danbury, CT, USA).

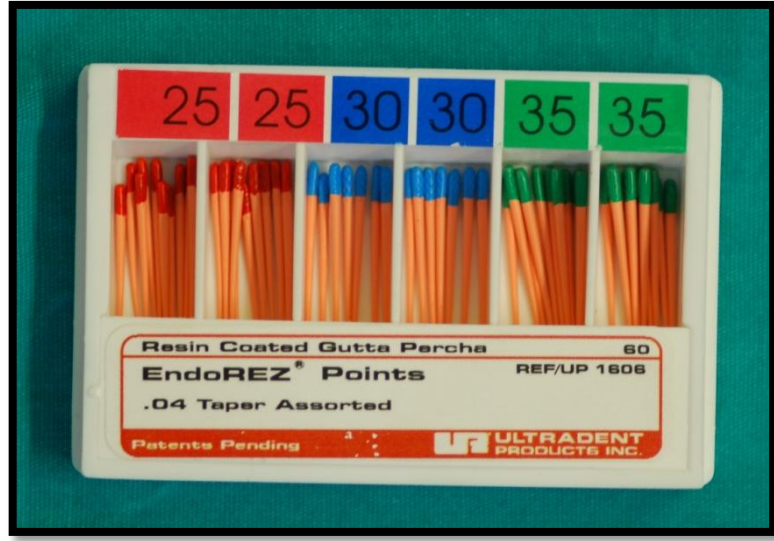
3.3.4 Güta-perka/Epiphany SE Grubu:

Bu grupta yer alan 20 adet dişin kök kanalları güta-perka konları ve Epiphany SE kök kanalı dolgu patı (Resim 3.7, Resim 3.14, Resim 3.15) ile dolduruldu.

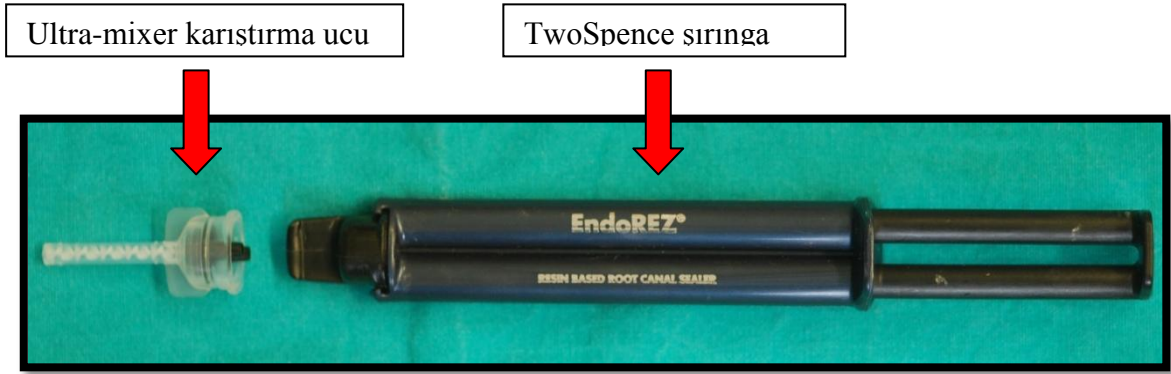
30 numaralı .02 konisiteli ana güta perka konu çalışma boyutunda işaretlendi. Daha sonra ana kon kök kanalı içinden çıkarıldı ve kök kanalına uygun bir spreader seçildi. Spreader alışma boyutundan 1 mm kısa olacak Şekilde lastik stopla işaretlendi. Epiphany self-etch dual-cure kök kanalı dolgu patı karıştırma pedine verildi. Şekillendirilmiş kök kanalının boyutuna uygun bir K–tipi kanal eğesi, Epiphany SE kök kanalı dolgu patına bulanarak, çalışma uzunluğunda kanala yerleştirildi ve saat yönünün tersine döndürüldü. Bu işlem iki kez tekrarlandı. Önceden kanala uyumlandırđımız güta-perka ana konu, Epiphany SE kök kanal dolgu patına bulanarak kök kanalı içine çalışma boyunda yerleştirildi. Kök kanalı dolgusu, lateral kondansasyon tekniğiyle spreader ve pata bulanmış yardımcı güta-perka konları kullanılarak tamamlandı. Daha sonra giriş kavitesindeki fazla konlar ısıtılmış bir ekskavatör yardımıyla uzaklaştırıldı. Üretici firma nerisi doğrultusunda kanal dolgusu kuronalden halojen ışık cihazı “Optilux 501” (Demetron; Kerr Corp, Danbury, CT, USA) ile 40 saniye polimerize edildi (Resim 3.16). Kök kanalı ağızları Coltosol (Coltene/Whaledent, Switzerland) ile kapatıldı (Resim 3.10).

3.3.5 EndoREZ Grubu:

Bu grupta yer alan 20 dişin kök kanalları EndoREZ kök kanalı dolgu sistemi kullanılarak dolduruldu (Resim 3.17, Resim 3.18, Resim 3.19).



Resim 3.17: Çalışmada kullanılan 0.04 konisiteli EndoREZ konları.

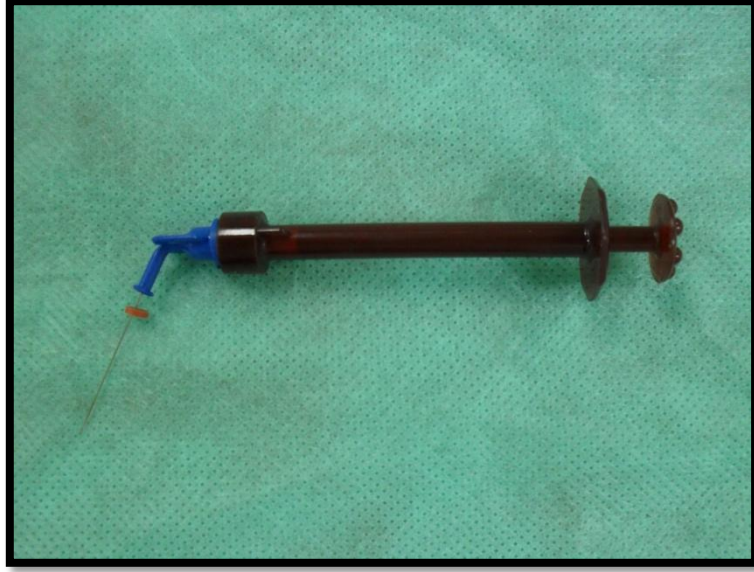


Resim 3.18: Çalışmada kullanılan EndoREZ kök kanalı dolgu patı (Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, USA).

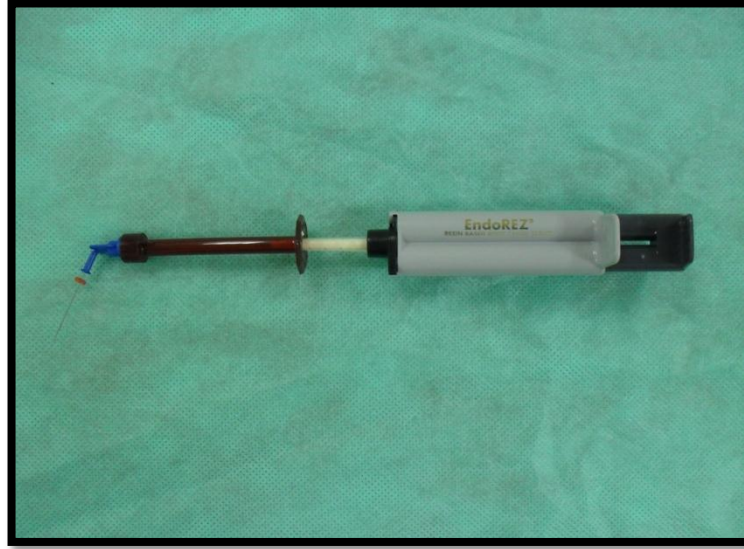


Resim 3.19: Çalışmada kullanılan EndoREZ kök kanalı dolgu patının cam üzerinde kontrol edilmesi.

30 numaralı .04 konisiteli EndoREZ ana konu çalışma boyutunda işaretlendi ve kök kanalına yerleştirilerek çalışma boyutunda apikal sıkışma hissi olup olmadığı kontrol edildi. Daha sonra ana kon kanal içinden çıkarıldı. Ultradent Skini şiringasına uygun uzunlukta NaviTip takıldı. Ultradent TwoSpence şiringasının ucuna takılan Ultra-mixer uç yardımı ile hazırlanan EndoREZ kök kanal dolgu patı, Skini şiringasına dolduruldu (Resim 3.20, Resim 3.21). NaviTip kanala çalışma boyundan 2-3 mm kısa kalacak şekilde yerleştirildi ve kök kanal patı kanala verilirken Skini şiringası yavaşça geri çekildi. Kök kanal boşluğu kanal girişine kadar kök kanal patıyla dolduruldu. Önceden kanala uyumlandığımız EndoREZ ana konu kanal içine çalışma boyutunda yerleştirildi. Kanal dolgusu, EndoREZ üzerindeki rezin kaplamaya zarar vermemesi için pasif lateral kondansasyon tekniği ile spreader ve pata bulanmış yardımcı EndoREZ konları kullanılarak tamamlandı. Giriş kavitesindeki fazla konlar ısıtılmış bir el aleti yardımıyla uzaklaştırıldı. Daha sonra üretici firma önerisi doğrultusunda kanal dolgusu kurondan halojen ışık cihazı “Optilux 501” (Demetron; Kerr Corp, Danbury, CT, USA) ile 40 saniye polimerize edildi (Resim 3.16). Kök kanalı ağızları Coltosol (Coltene/Whaledent, Switzerland) ile kapatıldı (Resim 3.10). Örneklerden radyografi alınarak kök kanal dolguları kontrol edildi.



Resim 3.20: Skini şiringasına uygun NaviTip'in takılması.

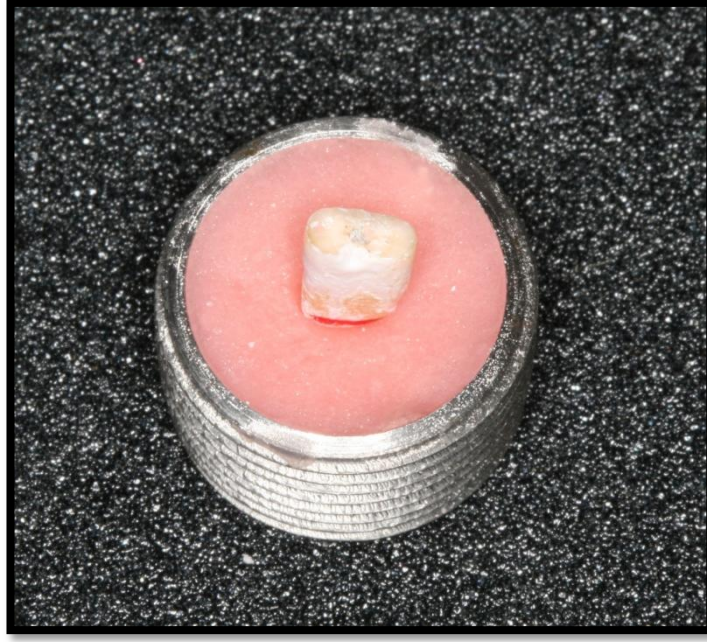


Resim 3.21: EndoREZ patının Skini şiringasına verilmesi.

Kök kanalı doldurma işlemleri tamamlanan örneklerin apikal 4 mm'lik kısımları Instron cihazına uygun döküm ölçülerin içine yerleştirilen soğuk akrilik (Imicryl, Türkiye) içine gömüldü (Resim 3.22, Resim 3.23). Daha sonra örnekler bir hafta boyunca 37°C'de, etüv cihazında (Memmert, Germany) polimerizasyonlarının tamamlanması amacıyla bekletildi (Resim 3.24, Resim 3.25). Bu süre sonunda örneklerin kırılma direncinin ölçülmesi işlemine geçildi.



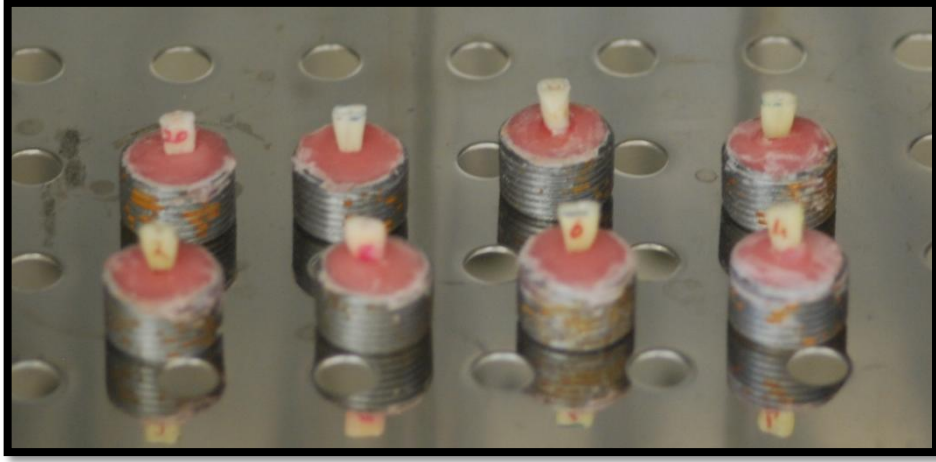
Resim 3.22: Çalışmada kullanılan soğuk akrilik (Imicryl, Türkiye).



Resim 3.23: Soğuk akriliğe gömülen bir örnek.



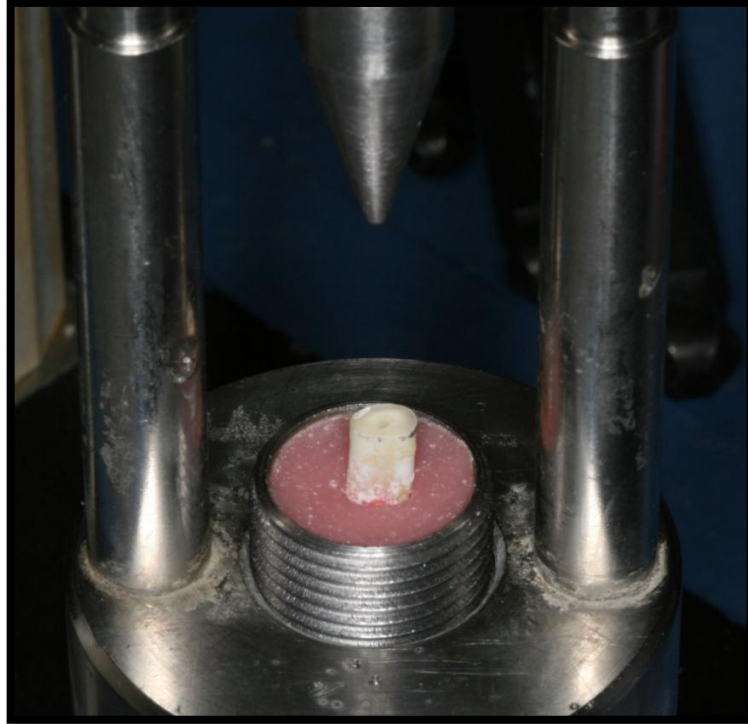
Resim 3.24: Çalışmada kullanılan etüv (Mettmert, Germany).



Resim 3.25: Örneklerin etüv cihazına yerleştirilmesi.

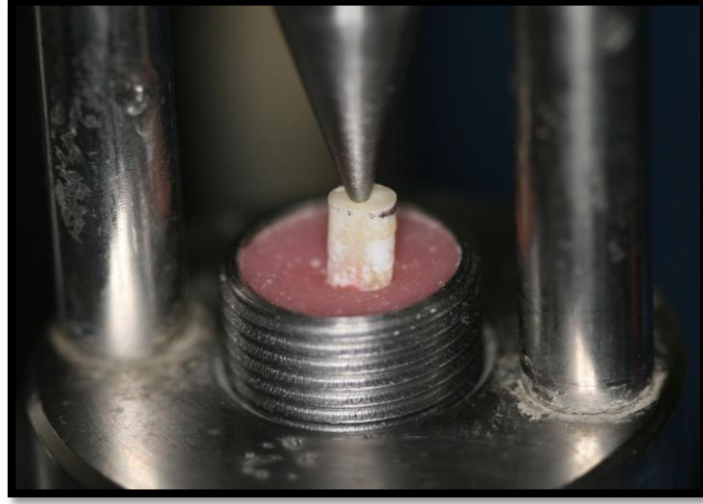
3.4 Kırma Deneyinin Uygulanması

Örnekler etüv cihazından çıkarıldıktan sonra kök kanalı ağızları üzerindeki geçici dolgu maddesi bir el aleti yardımıyla uzaklaştırıldı. Örnekler yer düzlemine paralel olacak şekilde Instron cihazına yerleştirildi (Resim 3.26).



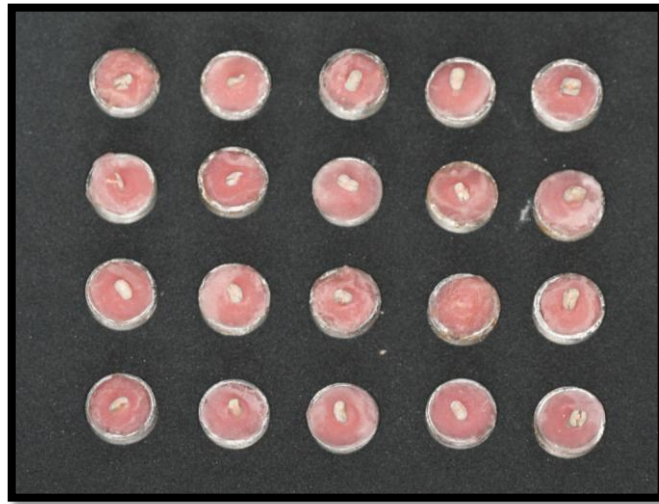
Resim 3.26: Örneklerin Universal test cihazına yerleştirilmesi.

Instron cihazının yuvarlatılmış, 1.4 mm çapındaki ucu örneklere dik açı uygulayacak şekilde kök kanalı dolgu maddelerinin üzerine yerleştirildi (Resim 3.27).



Resim 3.27: Örneklerin Universal test cihazına yerleştirilmesinden sonra ucun örnek üzerine yerleştirilmesi.

Yavaş yavaş artan kuvvet (1 mm/dk) örneklere uygulandı ve örneklerin kırıldığı zamandaki kuvvetler Newton (N) olarak kaydedildi (Resim 3.28).



Resim 3.28: Kırılan örnekler (n=20).

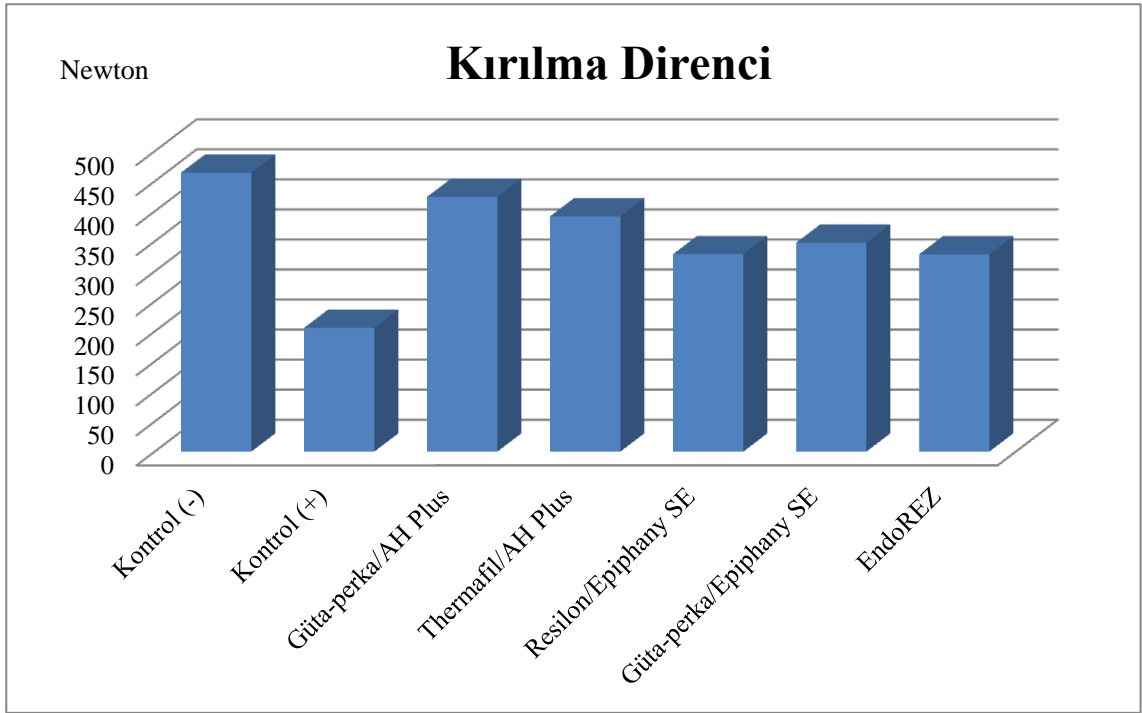
3.5 İstatistiksel İncelemeler

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için NCSS 2007&PASS 2008 Statistical Software (Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametreler normal dağılıma uygunluk gösterdiğinden parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Oneway Anova testi ve farklılığa neden olan grubun tespitinde Tukey HDS testi kullanıldı. Anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

Bu çalışmada beş farklı kök kanalı dolgu maddesi ve kök kanalı dolgu patı kombinasyonu ile, kök kanalı dolgusu yapılmış dişlerin kırılma direnci değerleri karşılaştırıldı. Grupların kırılma dirençlerinin dağılımı Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

Şekil 4.1: Grupların kırılma dirençlerinin dağılımı



Grupların tanımlayıcı özellikleri ve karşılaştırma sonuçları Tablo: 4.1'de gösterilmektedir.

Tablo: 4.1. Grupların kırılma dirençlerinin değerlendirilmesi

	Kırılma Direnci				<i>p</i>
	n	Min	Max	Ort±SS	
¹ (-) Kontrol	10	265,73	659,81	464,36±134,60	
² (+) Kontrol	10	76,64	392,68	206,01±94,00	
³ Güta-perka/AH Plus	20	251,08	636,90	424,02±108,18	
⁴ Thermafil/AH Plus	20	140,92	563,85	391,67±108,79	<i>F:6,786;</i> <i>p:0,001**</i>
⁵ Resilon/Epiphany SE	20	123,65	523,72	328,72±109,09	
⁶ Güta-perka/Epiphany SE	20	164,21	560,69	347,67±112,27	
⁷ EndoREZ	20	124,30	544,32	328,41±104,11	
Post Hoc			<i>2<1,3,4**,6*</i>		
			<i>1>5,7*</i>		
<i>F: Oneway ANOVA Test</i>		<i>* p<0.05</i>	<i>** p<0.01</i>		

Grupların kırılma direnci ortalamaları arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.01$) (Tablo: 4.1).

Tablo: 4.2. Grupların kendi aralarında karşılaştırılması

Tukey HSD test sonuçları

Gruplar	Tukey HSD p
1-2	0,001**
1-3	0,964
1-4	0,611
1-5	0,030*
1-6	0,097
1-7	0,029*
2-3	0,001**
2-4	0,001**
2-5	0,068
2-6	0,019*
2-7	0,069
3-4	0,967
3-5	0,097
3-6	0,304
3-7	0,095
4-5	0,542
4-6	0,865
4-7	0,536
5-6	0,998
5-7	1,000
6-7	0,998

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

Tablo:4.2 incelediğinde (-) Kontrol grubunun kırılma direnci düzeyi, Resilon/Epiphany SE ve EndoREZ'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). (-) Kontrol ile güta-perka/AH Plus, Thermafil/AH Plus ve güta-

perka/Epiphany SE gruplarının kırılma dirençleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

(+) Kontrol grubunun kırılma direnci ortalaması, (-) Kontrol, güta-perka/AH Plus ve Thermafil/AH Plus'tan ileri düzeyde anlamlı düşük ($p<0.01$); güta-perka/Epiphany SE'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Resilon/Epiphany SE ve EndoREZ grupları ile (+) Kontrol grubunun kırılma dirençleri arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo:4.2).

5. TARTIŞMA

Dikey kök kırıkları, kanal tedavisi işlemleri sırasında veya sonrasında görülebilen bir komplikasyon olup, kanal tedavisi yapılmış dişlerde karşılaşılan en önemli başarısızlık nedenlerinden biridir (40, 48). Dikey kök kırığı olan kanal tedavisi yapılmış dişlerin neredeyse tamamı çekimle sonuçlanmaktadır (3, 30, 49, 282). Kanal tedavisi yapılmış dişlerde dikey kök kırığı görülme sıklığının vital dişlere göre daha fazla olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (41, 42, 43).

Kanal tedavisi yapılmış dişlerde dikey kök kırığı riskinin artmasının en önemli sebepleri olarak; dişin anatomik ve morfolojik yapısı (35, 47), dişte restoratif tedavilere bağlı olarak artan madde kaybı (283), dentin dokusunda meydana gelen dehidratasyon, tedavi sırasında uygulanan kontrolsüz basınçlar ve endodontik tedavilere bağlı olarak artan madde kaybı gösterilebilmektedir (64, 284, 285). Endodontik tedavi prosedüründe bulunan preparasyon şekli ve uzaklaştırılan doku miktarı ile dişin kırılma direncinin azalması arasında direkt olarak bağlantı vardır. Kaybedilen dentin miktarı ne kadar fazla ise kırılmaya karşı hassasiyetin de bir o kadar artacağı oldukça iyi bilinmektedir (65, 66). Endodontik tedavi işlemleri ve uygun kök kanal dolgu materyali seçimi, dişin uzun dönem prognozu açısından önem taşımaktadır (3, 64, 216, 286, 287).

5.1. Çalışmamızda Kullanılan Materyal ve Metodların Tartışması

5.1.1 Çalışmamızda Kullanılan Diş Tipi ve Sayısı

Çalışmamızda, farklı test metodları kullanılarak kök kanalı dolgu materyallerinin değerlendirildiği pek çok çalışmada olduğu gibi çekilmiş insan dişleri kullanılmıştır. Lertchirakarn ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada dikey kök kırığının en fazla alt çene keser dişlerde görüldüğünü bildirmişlerdir (48). Ayrıca, Holcomb ve ark. (1987), yapılan çoğu çalışmada üst orta keser ve kanin dişleri gibi geniş, tek köklü dişlerin kullanıldığını belirtmişler, kendi çalışmalarında ise daha düşük kırılma direnci değerleri

elde etmeyi bekledikleri ince köklü, alt çene keser dişler kullanmışlardır (60). Bu araştırmalar doğrultusunda ve klinik koşulların mümkün olabildiğince yansıtılması amacıyla bizim çalışmamızda da alt çene keser dişler kullanılmıştır.

Rankine-Wilson ve Henry (1965), alt çene keser dişleri radyoopak 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 (288). 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 (289). İki kanallı alt keser dişlerin şekillendirilmesinde daha fazla madde kaybı olacağı ve bunun çalışmanın sonuçlarını etkileyebileceğini düşündüğümüz için çalışmamızda 120 adet tek kanallı alt çene keser diş kullanılmıştır.

Kök kanallarının standardizasyonunda sorun oluşturabilecek kök çürüğü, çatlak ve kırık gibi durumlar tespit edilen dişler çalışma dışında bırakılmıştır. Standardizasyonu sağlamak amacıyla dişlerin mine-sement sınırında bukkolingual yöndeki kalınlıkları mikrometre cihazı ile ölçülmüştür ve örnekler bu ölçümlere göre küçükten büyüğe doğru sıralanarak, rastgele gruplara dağıtılmıştır. Kök kanalı dolgu maddelerinin uygulanması üreticilerin önerileri doğrultusunda yapılmıştır. Uygulamaların sadece bir kişi tarafından gerçekleştirilmesi ile deney sırasında uygulayıcı farklılığından kaynaklanabilecek hatalar en aza indirilmiştir.

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 (290). Bu nedenlerle, çalışmamızda deney gruplarında kullandığımız 100 diş, n=20 örnekle 5 gruba ayrılmıştır.

In vitro çalışmalarda, çekilmiş dişlerin saklanması amacıyla çok sayıda solüsyon kullanılmaktadır (291). Distile su, formol ve timol bu solüsyonlar içinde en sık tercih edilenlerdir (292, 293, 294).

Saklama ortamlarının bağlanma dayanımına etkisine yönelik yapılan çalışmalara bakıldığında, kullanılan solüsyona ve materyale bağlı olarak farklı sonuçların elde edildiği gözlemlenmektedir (295). Retief ve ark. (1989), beş farklı saklama solüsyonu (kloramin, etanol, salin, formol ve timol) içinde saklanan dişlere uygulanan dolgu maddelerinin makaslama kuvvetlerine karşı bağlanma dayanımlarını test etmişlerdir. İki günlük saklama süresi sonunda timol ve etanol gruplarındaki dişlerin bağlanma dayanımı ortalamalarının kloramin, salin ve formol gruplarından daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir (296). Bizim çalışmamızda da örnekler saklama ortamından negatif etkilenmemeleri için distile suda bekletilmiştir. Bu şekilde örneklerin dehidratasyonu engellenerek, diş dokularında meydana gelebilecek ve kırılma testine etki edebilecek değişikliklerin önüne geçilmeye çalışılmıştır.

5.1.2 Çalışmamızdaki Örneklerin Şekillendirme İşlemi

Çalışmamızda örnekler .04 konisiteli K3 NiTi döner alet sistemiyle şekillendirilmiştir. NiTi döner alet kullanmamızın nedenleri günümüzde endodontide NiTi döner alet sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması ve NiTi döner aletler ile şekillendirme sonucunda zip, ledge, alet kırılması vb. komplikasyonların daha az görülmesidir.

Çalışmamızda apikal şekillendirme .04 konisiteli 30 numaralı döner aletle yapılmıştır. Lertchirakarn ve ark. (2003), kök kanalı tedavisinde preparasyon miktarı arttıkça dentin kalınlığındaki azalma nedeniyle kırılmaya karşı direncin azalacağı ve bu nedenle küçük hacimli dişlerde, aşırı preparasyondan kaçınılması gerektiğini belirtmişlerdir (71). Bu nedenle şekillendirme işlemi 30 numaraya kadar yapılmıştır. Çalışmamızda kullanılan Thermafil konlar .04 konisteli olduğu ve Thermafil konların

kök kanalına birebir uyumlu olması için .04 konisiteli K3 NiTi döner alet sistemi tercih edilmiştir.

5.1.3 Çalışmamızda Kullanılan Kök Kanalı Dolgu Maddeleri ve Kök Kanalı Dolgu Patları

Bir kök kanalı dolgu maddesinin mikrosızıntıya neden olmaması ve dişi kuvvetlendirebilmesi için kök dentinine bağlanması gerekmektedir. Kök kanalı dolgu maddesi-kanal dolgu patı ve kök dentinin birbirine bağlanması sonucu oluşan bu yapıya monoblok adı verilmektedir. Apikal ve kural tıkamadaki ilerlemeler, kök kanalı dolgu materyalinin intraradiküler dentinle monoblok yapı oluşturmasını sağlayarak, ideal bir kök kanalı dolgusunun yapılmasını hedeflemektedir (10, 231).

Kök kanalı dolgu patı ve kök dentini arasında kimyasal bağlantı oluşması, mekanik bağlantıya oranla daha iyi bir tıkama oluşturacaktır. Ancak günümüze kadar kullanılan pek çok kök kanalı dolgu patı, kimyasal bağlantı sağlayacak özelliklere sahip değildir (297, 298).

Endodontik tedavide yaygın olarak kullanılan farklı yapıdaki kanal dolgu patlarının hem kök dentinine hem de gütaperkaya olan bağlanma dayanımları karşılaştırılmıştır (230, 299, 300). Ancak geleneksel kanal dolgu patlarının birçoğu ya dentine ve gütaperkaya mekanik yollarla bağlanmaktadır ya da sadece dentine kimyasal yolla bağlanmaktadır (229, 301). Okşan ve ark. (1993), kullanılan materyalin dentin tübüllerinde sealer tag yardımıyla oluşturduğu mikromekanik bağlantının kanal dolgu patlarının adezyonunu arttırmada yeterli olmadığını bildirmişlerdir (302).

Endodontik tedavide son zamanlarda gündeme gelen en önemli yeniliklerden biri, restoratif tedavide uzun süredir kullanımda olan adeziv teknolojisinin endodontik tedavi materyallerine de uyumlanmasıdır (216, 222). Kök kanalı dolgu maddesinin kök dentinine bağlanabilirliğindeki artışın, hem tıkama yeteneğinde, hem de dişle beraber monoblok yapı oluşturarak dişin yapısal işlevinde artış oluşturacağı düşünüldüğünde, adeziv materyallerin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Teixeira ve ark. (2004), Resilon ve

Epiphany kanal dolgu materyalleri kullanarak monoblok yapı oluşturulabileceğini belirtmişlerdir (14). Endodontiye son yıllarda sunulmuş bir materyal olan Resilon, güta-perka/kanal dolgu patı sistemine alternatif bir kök kanal dolgu sistemi olarak tanıtılmıştır (303, 304, 305, 306, 307). Resilon sisteminin güta-perka/kanal dolgu patı 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 (14, 268, 303, 305). Ancak, bu konu ile ilgili çalışma yapan bazı araştırmacılar (207, 227, 270, 308), Resilon monoblok sisteminin örtücülük ve kök yapısını kuvvetlendirme etkinliğinin tartışılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan kanal dolgu maddelerinden güta-perka, toksik olmaması, doku uyumlu olması ve gerektiği zaman kök kanalından uzaklaştırılabilmesi sebebiyle uzun yıllardır kullanılmaktadır (229, 309, 310, 311). Birçok araştırmacı tarafından altın standart olarak kabul edilmektedir ve geliştirilen alternatif kök kanalı dolgu maddeleri ve sistemleri ile pek çok çalışmada karşılaştırılan bir materyaldir (304, 311, 312, 313). Ayrıca güta-perka, klinik kullanımı birçok araştırmacı ve klinisyen tarafından tercih edilen bir kök kanalı dolgu maddesidir (314, 315). Bu sebeplerden dolayı, çalışmamızda kök kanalı dolgu maddesi olarak güta-perka kullanılmıştır. Güta-perka fiziksel özellikleri nedeniyle kök kanalı dentinine bağlanamaktadır ve kök kanalı dolgu patı ile birlikte kullanılması gerekmektedir (316).

İdeal bir kök kanalı dolgu patının kök dentini ve güta-perka ile bağlanabilmesi gerekmektedir (222, 317). Çalışmamızda epoksi rezin esaslı AH Plus kök kanalı dolgu patı düşük çözünürlük özelliği (237), üstün apikal örtücülük özelliği (318) ve kök dentinine mikro retansiyon ile bağlanması (239) sebebiyle tercih edilmiştir.

Günümüzde güta-perkanın kök kanalı dolgu patıyla birlikte kullanılması en iyi kombinasyon olarak görülmekte ve altın standart olarak kabul edilmektedir. Fakat güta-perkanın birçok avantajına ve yıllardır yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar alınmasına

rağmen dentine bağlanamadığı için kökleri kuvvetlendirememesi gibi bir dezavantajı da bulunmaktadır. Son yıllarda araştırmacılar güta-perkanın yerine geçebilecek, daha iyi örtücülük özellikleri olan ve mekanik olarak zayıflamış kökleri güçlendirebilecek materyaller üzerinde çalışmaktadır (267).

2004 yılında piyasaya sürülen Resilon kor materyali termoplastik sentetik polimer esaslı bir kök kanalı dolgu maddesidir (319). Resilon'un dual cure rezin esaslı Epiphany kök kanalı dolgu patıyla birlikte kullanılması durumunda "monoblok" bir yapının oluştuğu ve bu yapının zayıflamış dişleri kuvvetlendirebileceği iddia edildiği için (14) bizim çalışmamızda güta-perka ile karşılaştırılması amacıyla tercih edilmiştir.

Thermafil kök kanalı dolgu sistemi termoplastik güta-perka yöntemlerinden birisidir. Bu sistemi çalışmamıza dahil etmemizin nedeni yıllardır kullanılan bu sistemin dişlerin kırılma direnci üzerine etkisini araştırmak ve altın standart olarak kabul edilen güta-perka/AH Plus ile karşılaştırmaktır.

EndoREZ sistemi (Ultradent Products, South Jordan, UT), polibütadien-diizosianat-metakrilat rezin kaplı güta-perka materyali ile, aktif bileşeni üretan dimetakrilat olan dual-cure kök kanalı dolgu patı arasında kimyasal bağlanmaya dayalı bir sistemdir (271). Çalışmamızda oluşan bu tersiyer monoblok yapı ile monoblok bir sistem olmayan güta-perka/AH Plus'ın dişlerin kırılma direncine etkisinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

5.1.4 Çalışmamızda Kullanılan Yıkama Solüsyonları

Kök kanalı irrigasyonu, kök kanalı sisteminin dezenfeksiyonunda ve debrislerin uzaklaştırılmasında çok önemli role sahiptir. İrrigasyon solüsyonlarının kullanımı, biyomekanik preparasyonun önemli bir aşamasıdır. Kullanım amaçları; bakterilerin eliminasyonu, nekrotik dokuların ve dentin artıklarının kök kanalından uzaklaşmasını kolaylaştırmaktır. Ayrıca, irrigasyon solüsyonlarının kullanımlarındaki diğer bir amaç, enfekte sert dokuların ve yumuşak dokuların foramen apikale bölgesinde birikmesini ve periapikal bölgeye yayılmasını engellemektedir (320).

Sodyum hipoklorit, kök kanalı tedavisinde sıklıkla kullanılan bir doku çözücü ajandır. NaOCl uygulanan dentinde organik materyal bulunmamaktadır. Ortadan kaldırılan organik maddeler; dentin tip I kollajen, kondroitin sülfat ve glikozaminoglikandır (321). Dentinde meydana gelen bu yapısal değişiklikler, dentinin elastisite modülünü ve esneme kuvvetini de azaltmaktadır. (7, 322).

Kök kanalları şekillendirilirken, kök kanal duvarları üzerinde dentin, pulpa dokusu kalıntıları, odontoblast uzantıları, kan hücreleri ve mikroorganizmalardan oluşan bir tabaka oluşmaktadır. Bu tabakaya smear tabakası denir (323, 324). Smear tabakasının mikroorganizmaların beslenmesi ve çoğalması için uygun bir ortam olduğu, ayrıca kök kanalı dolgu patı uzantılarının dentin kanalları içine girişini engelleyerek mikromekanik bağlanma kuvvetini azalttığı belirtilmiştir (325, 326).

Dentine bağlanma mekanizmalarıyla ilgili günümüz teorileri smear tabakasını uzaklaştırarak komşu diş yapısına bağlanmayı veya kimyasal olarak modifiye ederek smear tabakasına bağlanmayı içermektedir (327). Yapılan çalışmalarda smear tabakasının kaldırılmasının, kök kanalı dolgu patlarının kök kanalı duvarına olan adezyonunu arttırdığı gösterilmiştir (225, 323, 325, 328, 320, 330, 331, 332, 333, 334).

Kök kanalı dolgu maddesi olarak adeziv sistemlerin kullandığı durumlarda son yıkama solüsyonu olarak sodyum hipoklorit kullanılmasının bağlanma dayanımına

etkisi tartışılmaktadır. Sodyum hipokloritle yıkamanın rezin bazlı kanal dolgu patlarının polimerzasyonunu etkileyebileceği ve bağlanma dayanımı değerlerinde azalmaya neden olabileceği gösterilmiştir (284, 335, 336, 337, 338). Ayrıca, sodyum hipoklorit smear tabakasının sadece organik kısmını uzaklaştırabilmektedir. Smear tabakasının inorganik kısmı ise EDTA yardımıyla uzaklaştırabilir.

Smear tabakasının uzaklaştırılması, kök kanalı dolgu patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu sağlayarak dentin ile kök kanalı dolgu patı arasında daha iyi bir bağlanma meydana gelmesine yardımcı olmakta ve bağlanma dayanımı değerlerini arttırmaktadır (225, 339, 340).

Apicella ve ark. (1999)'nın farklı tekniklerle doldurulan dişlerin kırılma dayanımlarını inceledikleri araştırmalarında, NaOCl'den sonra son yıkama solüsyonu olarak EDTA uygulanmasının Ketac-Endo'nun kök dentini yüzeyine daha iyi bağlanmasını sağladığını belirtmişlerdir (6). Kazandağ ve ark. (2009)'nın farklı kök kanalı dolgu sistemlerinin kırılma dayanımına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, yıkama solüsyonlarının etkilerini nötralize etmek amacıyla, son yıkama solüsyonu olarak distile su kullanılmıştır (341).

Weiger ve ark. (1995)'nin cam iyonomerin kök dentinine bağlanmasını araştırdıkları çalışmalarında, en yüksek bağlanma dayanımı değerlerini NaOCl/EDTA uygulanan örneklerde elde etmişlerdir. Bu sonucun sebebini kontakt yüzeyindeki artışa ve dentin yüzeyindeki düzensizliğe bağlamışlardır (12).

Ayrıca, rezin esaslı Resilon, EndoREZ gibi sistemlerde de üreticiler en son yıkamada smear tabakasının EDTA ile uzaklaştırılmasını uygulama protokolüne dâhil etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da her kök kanalı dolgu yöntemi için smear tabakasının kaldırılması tercih edilmiştir. Örneklerin NaOCl ve EDTA yıkaması sonrası negatif etkilenmemeleri için son yıkama distile suyla yapılmıştır.

5.1.5 Çalışmamızda Kullanılan Kırma Yöntemi

Kırma testlerinin uygulandığı universal test cihazına örneklerin yerleştirilebilmesi için özel, sert kalıplara yerleştirilmesi ve sabitlenmesi gerekmektedir. Kırıkların net olarak izlenebilmesi ve kırık hattının kök yüzeyini içerip içermeyeceğinin görülebilmesi için mine-sement sınırının serbest kalması gerekmektedir. Hannig ve ark.'nın 2005 yılında yaptıkları çalışmada dişler self-cure akrilik rezin içine gömülmüştür (342). Biz de çalışmamızda örneklerimizi Apicella (1999), Teixeira (2004) ve Kazandağ (2009)'ın araştırmalarında uyguladıkları gibi 9 mm'lik koronal kısımları dışarıda kalacak şekilde soğuk akrilik içine gömdük. Çalışmamızda yine aynı çalışmalarda olduğu gibi Instron Universal test cihazının kök kanalı ağzına dik olacak şekilde 1 mm/dk kuvvet uygulaması sağlanmıştır.

5.2 Çalışmamızdaki Bulguların Tartışması

Yaptığımız çalışmanın sonuçlarına göre kök kanalları şekillendirilmiş fakat doldurulmamış örneklerin kırılma direnci değerleri sağlam örneklere göre ileri düzeyde anlamlı derecede düşük çıkmıştır ($p<0.01$). Bu verilere göre kök kanallarının şekillendirilmesi istatistiksel olarak dişlerin kırılma direncini azaltmaktadır. Daha önce yapılan birçok araştırmanın sonuçları bizim çalışmamızın sonucuyla uyumludur (3, 217, 248, 262, 343, 344, 345).

Çalışmamızın sonuçlarına göre güta-perka/AH Plus grubunun kırılma direnci ortalaması ile (-) Kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bununla birlikte güta-perka/AH Plus grubu kırılma direnci ortalaması ve (+) Kontrol grubu arasında istatistiksel olarak ileri derecede fark bulunmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda kök kanallarının güta-perka/AH Plus ile doldurulmasının dişlerin kırılma direncini arttırdığını düşünmekteyiz.

Sagsen ve ark. (2007)'nin üç farklı teknikle kök kanalları doldurulan dişlerin kırılmaya karşı olan dirençlerini araştırdıkları bir çalışmada, kök kanalları

şekillendirilen ama doldurulmayan kontrol grubu ile kök kanalları güta-perka/AH 26 ile doldurulmuş dişlerin kırılma dirençleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu sonuç bizim çalışmamızın sonucuyla örtüşmektedir (5).

Kazandağ ve ark. (2009), farklı kök kanalı dolgu sistemleri ile kök kanalı tedavisi yapılmış dişlerin kırılma dirençlerini inceledikleri çalışmalarında deney gruplarının kırılma direnci değerlerinin pozitif kontrol grubunun kırılma direnci değerlerinden istatistiksel olarak yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, çalışmalarında kırılmaya karşı en dirençli dişlerin güta-perka/AH Plus grubu olduğunu belirtmişlerdir (341).

Çobankara ve ark.'nın (2002) iki farklı kök kanalı dolgu patının ve smear tabakasının köklerin kırılma direncine etkisini araştırdıkları çalışmalarında kök kanallarının şekillendirilmesinin kırılma direncini istatistiksel olarak anlamlı derecede azalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, smear tabakası olsun olmasın Ketac-Endo ve AH 26 kök kanalı dolgu patlarının kırılma direncine etkisinin farklı olmadığını, bu iki kök kanalı dolgu patı ve lateral kondansasyon tekniğiyle kök kanalı dolgusu yapılmış dişlerin negatif kontrol grubundaki dişlerden anlamlı derecede kuvvetli olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonucu bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir (248).

Çalışmamızın sonuçlarına göre Thermafil/AH Plus grubunun kırılma direnci ortalaması ile (-) Kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bununla birlikte Thermafil/AH Plus grubu kırılma direnci ortalaması ve (+) Kontrol grubu arasında istatistiksel olarak ileri derecede fark bulunmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda kök kanallarının Thermafil/AH Plus ile doldurulmasının dişlerin kırılma direncini arttırdığını düşünmekteyiz.

Köklerde meydana gelen gerilme kuvvetlerinin farklı kök kanalı doldurma teknikleriyle ilişkisinin incelendiği bir çalışmada dişe uygulanan dikey kuvvetin Thermafil/AH 26 grubunda, güta-perka/AH 26 ve Obtura/AH 26 gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede az olduğu bildirilmiştir. Bunun sebebi olarak

Thermafil sistemi için minimal kondansasyon önerilmesi ve kondansasyonun sadece kuralda uygulanması gösterilmektedir (113).

Üç farklı kök kanalı dolgusu yöntemiyle kanal tedavisi yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin incelendiği bir çalışmada şekillendirme işleminin dişlerin kırılma direncini anlamlı derecede azalttığı rapor edilmiştir. Çalışmada AH 26 ile lateral kondansasyon, Beefill ve Thermafil teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı ve bu sistemlerin dişlerin kırılma direncini arttırmadığı belirtilmiştir (260). Bizim çalışmamızda güta-perka/AH Plus ve Thermafil/AH Plus kök kanalı dolgusu yöntemleri dişlerin kırılma direncini arttırdığı için bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumluluk göstermemektedir.

Çalışmamızda Thermafil grubunda elde edilen sonuçlarda Thermafil konun içinde bulunan plastik taşıyıcının dişe gelen kuvvetleri etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz. Bununla beraber şekillendirme işlemi sonrasında elde edilen .04 konisiteli kök kanalı formunun Thermafil kon için birebir uyumlu olmasıyla, güta-perka ve plastik taşıyıcının kök kanalı duvarını desteklemesinin kırılma direncini arttırmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda (-) Kontrol grubunun kırılma direnci ortalaması, Resilon/Epiphany SE grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunurken ($p<0.05$); (+) Kontrol ile Resilon/Epiphany SE grubunun kırılma dirençleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Diğer bir ifadeyle Resilon/Epiphany SE kök kanalı dolgusu sistemi kök kanalı tedavisi yapılmış dişlerin kırılma direncini arttırmamaktadır.

Yeni kök kanalı dolgu materyallerinin endodontik tedavi görmüş dişlerdeki dikey kök kırığına karşı olan direncine etkisinin incelendiği bir çalışmada en yüksek kırılma direnci değeri ortalaması (-) Kontrol grubunda bulunmuştur; ayrıca, Resilon ve EndoREZ gruplarının kırılma direnci ortalamalarının güta-perka ve GuttaFlow gruplarından yüksek olduğu rapor edilmiştir (274). En yüksek kırılma direnci

ortalamasının (-) Kontrol grubunda olması bizim çalışmamızla uyumluluk gösterirken, güta-perka grubunun kırılma direnci ortalamasının Resilon ve EndoREZ gruplarından düşük olması çalışmamızla örtüşmemektedir. Bu çalışmada güta-perkanın çinko oksit-ijenol bazlı bir kök kanalı dolgu patı olan TubliSeal (SybronEndo, Orange, CA) ile kullanılmasının güta-perka/AH Plus kök kanalı dolgusu yöntemine kıyasla daha düşük kırılma direnci değerleri vermiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Üç farklı materyal ile kök kanalı dolgusu yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırıldığı bir araştırmada güta-perka/AH 26 grubununun kırılma direnci değeri ortalamasının Resilon-Epiphany, güta-perka/Ketac-Endo Aplicap ve (+) Kontrol gruplarından gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu sonuç bizim çalışmamızın sonucuyla benzerlik göstermektedir (243).

Nunes ve ark. (2008), AH Plus kök kanalı dolgu patınının kök dentinine adezyonunun Epiphany kök kanalı dolgu patından daha iyi olduğu belirtmişlerdir. Buna sebep olarak ise epoksi rezin bazlı bir kök kanalı dolgu patı olan AH Plus'ın akıcılık ve sertleşme zamanı gibi özellikleri sayesinde dentin kanallarına daha iyi penetre olabildiğini ve böylece kök kanalı dolgu patı-kök dentini arasında daha iyi mikromekanik bağlanma sağlamasını göstermişlerdir (346).

Resilon/Epiphany kombinasyonlarının düşük bağlanma dayanımı değerleri vermesinin sebebi olarak Resilon ile Epiphany arasındaki kimyasal birleşmenin beklenildiği kadar yüksek olmaması gösterilmiştir. Bu bulgunun, Resilon'daki dimetakrilat miktarının (polikaprolakton/dimetakrilat = 10/1) yeterli olmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (347).

Teixeira ve ark.'nın yeni bir rezin kök kanalı dolgu materyaliyle endodontik tedavisi yapılmış dişlerin kırılma dirençlerini incelediği çalışmalarında Resilon gruplarının kırılma direnci değerlerinin kontrol grubundan yüksek, güta-perka gruplarının kırılma direnci değerlerinin ise kontrol grubundan düşük olduğu belirtmişlerdir, fakat, deney gruplarıyla kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak

anlamli bulunmamıştır. Araştırmacılar Resilon gruplarının güta-perka gruplarına göre anlamı derecede kırılmaya karşı dirençli olduklarını bildirmişlerdir (14). Bu çalışmanın sonucu bizim çalışmamızla uyumluluk göstermemektedir. Bu çalışmada tek kanallı dişler kullanılmıştır fakat hangi diş grubu olduğu bahsedilmemiştir. Ayrıca kök kanalları apikalde 40 numaraya kadar balanced forced tekniğiyle şekillendirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise alt çene ön keser dişler kullanılmıştır ve kök kanalları apikalde 30 numaraya kadar şekillendirilmiştir. İki çalışmanın sonuçları arasındaki uyumsuzluğunun metod farklılığına bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Adeziv sistemlerin endodontiye uyumlandırılması ile birlikte restoratif tedavide görülen bazı problemler de kök kanalı tedavisi işlemlerinde karşımıza çıkmaktadır. Kök kanallarında C faktörü değerleri çok yüksektir. Rezin bazlı kök kanalı dolgu patlarının polimerizasyon büzülmesine uğradığı ve bunun dentin ve kor materyaline bağlanma kalitesini etkileyeceği bildirilmiştir (272). Rezin bazlı kök kanalı dolgu patının sertleşmesi sırasında oluşan zayıf Resilon/kök kanalı dolgu patı bağlanmasının polimerizasyon büzülmesine ne kadar karşı koyabileceği tartışılmaktadır (348).

Ribeiro ve ark. (2007), metakrilat rezin bazlı kök kanalı dolgu patlarının köklerin kırılma direncini artırmadığını belirtmişler (269), buna sebep olarak:

- dentin kanallarında kalan oksijenin kök kanalı dolgu patı/dentin arayüzünde oluşan polimerizasyonu etkilemesini (349, 350, 351, 352),
- fotopolimerizasyonun yetersiz olması ve kök kanalı içinde polimerize olmamış artık monomerler kalmasını (346, 350, 351),
- kök kanallarındaki polimerizasyon sonucu çok yüksek C faktörü değerleri oluşmasının polimerizasyon büzülmesinde artışa neden olmasını ve bunun dentin/kök kanalı dolgu materyali arasında boşluklar oluşturmasını (212, 353),
- güta-perka ve Resilon konlarının elastisite modüllerinin dentine göre çok düşük olmasını göstermişlerdir (354).

Yaptığımız çalışmanın sonuçlarına göre (-) Kontrol grubunun kırılma direnci ortalaması, EndoREZ grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunurken ($p<0.05$); (+) Kontrol ile EndoREZ grubunun kırılma dirençleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yani Resilon/Epiphany SE kök kanalı dolgusu sistemi gibi EndoREZ kök kanalı dolgusu sistemi de kök kanalı tedavisi yapılmış dişlerin kırılma direncini arttırmamaktadır. Bizim çalışmamızın sonuçları Bouillaguet ve ark. (2007)'nin çalışmasının sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir (275).

Doyle ve ark.'ı (2006), EndoREZ kök kanalı dolgu patınının son yıkama sölüsyonu olarak EDTA kullanılmasından sonra dentin kanallarına daha iyi penetre olduğunu, ancak oluşan bu rezin taglerin polimerizasyon büzülmesine karşı koyabilecek bağlanma dayanımı değerlerine sahip olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmalarında EndoREZ kök kanalı dolgu patını adeziv sistemlerle modifiye ederek, performansını artırmaya çalışmışlardır. Ancak kök kanallarındaki C faktörünün çok yüksek olması sebebiyle adeziv sistemlerle modifiye edilmiş EndoREZ tekniğinin monoblok yapı oluşturarak dişin kırılma direncini arttırabileceğini düşünmediklerini belirtmişlerdir (355).

Bergmans ve ark. (2005), polimerizasyon büzülmesinin endodontide kullanılan rezin bazlı kök kanalı dolgu materyallerin örtücülük özellikleri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında aşırı akışkan rezin bazlı materyallerin kullanımının dezavantajlarından birisi olarak polimerizasyon büzülmesindeki artışı göstermişlerdir. Polimerizasyon büzülmesinin dentin kanallarında veya kor materyali-dentin yüzeyi arasında oluşan rezin taglerin parçalanmasına neden olduğunu bildirmişlerdir (356).

Kök dentinine optimal bağlanma için alternatif adeziv yöntemlerinin incelendiği bir araştırmada kök dentinine iyi bağlanamayan EndoREZ ve Epiphany'nin klinik olarak kök dentinini kuvvetlendiremeyeceği belirtilmiştir (275). Bu araştırmanın sonucu bizim çalışmamızla uyumludur.

Jainaen ve ark. (2007), metakrilat bazlı kök kanalı dolgu patlarının polimerizasyonunun oksijen tarafından etkilenmemesi için örneklerini 2 saat nitrojen

odasında bekletmişlerdir. Bu işlem yapılmadığı zaman hem Resilon/RealSeal hem de EndoREZ sistemlerinin tam olarak sertleşmediğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda bu işlem uygulanmamıştır çünkü nitrojen odasında bekletme işlemi klinik olarak mümkün değildir (357).

Çalışmamızda EndoREZ grubunun kırılma direnci değerlerinin düşük olmasının sebebi olarak; diğer gruplardaki örneklerin kök kanalı dolgularının lateral kondansasyon tekniğiyle yapılması, bu grupta ise EndoREZ kon üzerindeki rezin kaplamaya zarar verilmemesi için pasif lateral kondansasyon yapılması olduğunu düşünmekteyiz. Lateral kondansasyonda yardımcı konlar daha iyi sıkıştırma sağlayarak dişlerin kırılma direncini artırmış olabilir.

Stoll ve ark. (2010), yeni nesil kanal dolgu patlarının klinik dezavantaj oluşturmada gütaperka ile birlikte kullanılabilirliğini ve monoblok oluşumu fikrinin sadece Resilon için değil, gütaperka için de geçerli olabileceğini savunmuşlardır (358).

Bizim çalışmamızda (-) Kontrol ile gütaperka/Epiphany SE gruplarının kırılma dirençleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Bununla birlikte (+) Kontrol grubunun kırılma direnci ortalamaları gütaperka/Epiphany SE grubunun ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p<0.05$). Bu sonuçlar doğrultusunda gütaperkanın Epiphany SE kök kanalı dolgu patıyla birlikte kullanımının dişleri kuvvetlendirebileceğini düşünmekteyiz.

6. SONUÇLAR

1. Kök kanalları şekillendirilmiş ama doldurulmamış (+) Kontrol grubunun kırılma direnci değerleri sağlam dişlerden oluşan (-) Kontrol grubundan düşük bulunmuştur ve bu fark istatistiksel olarak ileri derecede anlamlıdır. Bu sonuca göre; kök kanallarının şekillendirilmesi dişlerin kırılma direncini azaltmaktadır.

2. (-) Kontrol grubu ile güta-perka/AH Plus, Thermafil/AH Plus ve güta-perka/Epiphany SE gruplarının kırılma dirençleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Yani, kök kanalları güta-perka/AH Plus, Thermafil/AH Plus ve güta-perka-Epiphany SE ile doldurulan dişlerin kırılma dirençleri sağlam diş benzerdir.

3. Resilon/Epiphany SE ve EndoREZ grupları ile (+) Kontrol grubunun kırılma dirençleri arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. Diğer bir ifadeyle, bu kök kanalı dolgusu sistemleri, kök kanal tedavisi yapılmış dişlerin kırılma direncini arttırmamaktadır.

4. Kök kanallarının yıllardır güta-perka/AH Plus ile doldurulması başarısını kanıtlamıştır. Adeziv sistemlerin endodontide kullanılmaya başlanması ise son derece yeni bir konudur. Kök kanallarının sızdırmaz bir şekilde doldurulmasını sağlarken, dişlerin kırılma direncini arttıracak materyallerin geliştirilmesi ve bu konuda daha çok çalışma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

7. KAYNAKLAR

1. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod*, 18: 332-5, 1992.
2. Wu MK, van der Sluis LWM, Wesselink PR. Comparison of mandibular premolars and canines with respect to their resistance to vertical root fracture. *J Dent*, 32: 265-8, 2004.
3. Trope M, Ray Jr HL. Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 73: 99-102, 1992.
4. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post and core systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 81: 262-9, 1999.
5. Sagsen B, Er O, Kahraman Y, Akdogan G. Resistance to fracture of roots filled with three different techniques. *International Endodontic Journal*, 40: 31-5, 2007.
6. Apicella MJ, Loushine RJ, West LA, Runyan DA. A comparison of root fracture resistance using two root canal sealers. *International Endodontic Journal*, 32: 376-80, 1999.
7. Sim TPC, Knowles JC, Ng Y-L, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *International Endodontic Journal*, 34: 120-32, 2001.
8. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dental Traumatology*, 18: 134-7, 2002.
9. Schafer E, Zandbiglari T, Schafer J. Influence of resin-based adhesive root canal fillings on the resistance to fracture of endodontically treated roots: an inn vitro preliminary study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 103: 274-9, 2007.
10. Teixeira FB, Arnold RR, Trope M. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. *J Endod*, 31: 91-6, 2005.

11. Ungor M, Onay EO, Orucoglu H. 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(8): 643-7, 2006.
12. Weiger R, Heuchert T, Hahn R, Löst C. Adhesion of a glass ionomer cement to human radicular dentine. *Endod Dent Traumatol.*, 11(5): 214-9, 1995.
13. Bodrumlu E, Tunga U. The apical sealing ability of a new root canal filling material. *Am J Dent*, 20(5): 295-8, 2007.
14. Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson JY, Trope M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *J Am Dent Assoc*, 135(5): 646-52, 2004.
15. Walton R, Torabinejad M. *Principles and Practice of Endodontics*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders, 2002.
16. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, 18: 269-96, 1974.
17. Orucoglu H, Sengun A, Yilmaz N. Apical leakage of resin based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. *J Endod*, 31: 886-90, 2005.
18. Torabinejad M, Kutsenko D, Machnick TK, Ismail A, Newton CW. Levels of evidence for the outcome of nonsurgical endodontic treatment. *J Endod*, 31: 637-46, 2005.
19. Harrison J. Irrigation of the root canal system. *Dent Clin North Am*, 28: 797-808, 1984.
20. Cohen S, Burns R. *Pathways of the Pulp*. 8th ed. St Louis: Mosby, 2002.
21. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *J ENDOD*, 31(5): 333-40, 2005.
22. Grossman LI. *Endodontic practice*, 7th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1970.
23. Reig R, Laiolo J, Navia A, Reboredo E, Romelli JA. Histological study of instrumentation in root canals. *Int Endod J*, 3: 24-9, 1952.
24. Haga C. Microscopic measurements of root canal preparations following instrumentation. *J Br Endod Soc*, 2: 41-6, 1968.

25. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res*, 89: 321– 8, 1981.
26. Ingle JJ, Zeldow BJ. An evaluation of mechanical instrumentation and the negative culture in Endodontic therapy. *J Am Dent Assoc*, 57: 471– 6, 1958.
27. Sundqvist G, Fidgor D. Endodontic treatment of apical periodontitis. In: Orstavik d, Pitt Ford TR eds, *Essential Endodontology, Prevention and treatment of apical periodontitis*: Blackwell Pub, Oxford, p. 242-77, 1998.
28. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. *Int Endod J*. May, 33(3): 186-93, 2000. Review.
29. Çalışkan MK. Kök kanal tedavisinde kanal içi medikasyon. In: *Endodontide tanı ve tedaviler*. Ed. Çalışkan MK. 1th ed. Nobel Yayınevi. 373-400, 2006.
30. Oliet S. Treating vertical root fractures. *J Endodon*, 10: 391-6, 1984.
31. Vertucci FJ. Management of a vertical root fracture. *J Endodon*, 11: 126-31, 1985.
32. Tamse A. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: diagnostic signs and clinical management. *Endodontic Topics*, 13: 84-94, 2006.
33. Whitworth J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endo Top*, 12: 2-24, 2005.
34. Pitts DL, Natkin E. Diagnosis and treatment of vertical root fractures. *J Endodon*, 9: 338-46, 1983.
35. Testori T, Badino M, Castagnola M. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey of 36 cases. *Journal of Endodontics*, 19: 87-91, 1993.
36. Lommel TJ, Meister F, Gerstein H. Alveolar bone loss associated with vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 45: 909-19, 1978.
37. Meister F, Lommel TJ, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 49: 243-53, 1980.
38. Meister F Jr, Lommel T J, Gerstein H, Bell WA. An additional clinical observation in two cases of vertical root fracture. *Oral Surg*, 52: 91-6, 1981.

39. Tamse A. Iatrogenic root fractures in endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol*, 4: 190-6, 1988.
40. Pitts DL, Matheny HE, Nicholls JI. An in vitro study of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *J Endod*, 9(12): 544-50, 1983.
41. Oliveira FC, Denehy GE, Boyer DB. Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. *Journal of the American Dental Association*, 115: 57-60, 1987.
42. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 71: 565-7, 1994.
43. Chan CP, Lin CP, Tseng SC, Jeng JH. Vertical root fracture in endodontically versus nonendodontically treated teeth: a survey of 315 cases in Chinese patients. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics*, 87: 504-7, 1999.
44. Torbjörner A, Karlsson S, Odman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent*, 73: 439-444, 1995.
45. Bergman B, Lundquist P, Sjögren U, Sundquist G. Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. *J Prosthet Dent*, 61: 10-15, 1989.
46. Morfis AS. Vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 68: 631-635, 1990.
47. Tamse A, Fuss Z, Lusting J, Kaplavi J. An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth. *J Endodon*, 7(25): 506-8, 1999.
48. Lertchirakarn V, Palamara JEA, Messer HH. Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture. *J Endodon*, 25(2): 99-104, 1999.
49. Selden HS. Repair of incomplete vertical root fractures in endodontically treated teeth-in vitro trials. *J Endodon*, 22: 426-9, 1996.
50. Michanowicz AE, Perchersky SL, McKibben DH. A vertical root fracture of the crown and root. *J Dent Child*, 46: 310-2, 1978.
51. Barkhordar RA, Kempler D, Knapp J. Mesiodistal root fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 65: 343-8, 1988.

52. Yeh CJ. Fatigue root fracture: a spontaneous root fracture in nonendodontically treated teeth. *Brit Dent J*, 182: 261-6, 1997.
53. Reeh ES, Douglas WH, Messer HH. Stiffness of endodontically treated teeth related to restoration technique. *Journal of Dental Research*, 68: 1540-44, 1989.
54. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 67: 458-67, 1992.
55. Helfer AR, Meinick S, Schilder H. Determination of moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 34: 661-70, 1972.
56. Jameson MW, Hood JA, Tidmarsh BG. The effects of dehydration and rehydration on some mechanical properties of human dentine. *Journal of Biomechanics*, 26: 1055-65, 1993.
57. Onnink PA, Davis RD, Wayman BE. An in vitro comparison of incomplete root fractures associated with obturation technique. *J Endod*, 20: 32-7, 1994.
58. Reinhardt RA, Krejci RF, Pao YC, Stannard JG. Dentin stress in posts reconstructed with diminishing bone support. *J Dent Res*, 62: 1002-8, 1983.
59. Gimlin DR, Parr CH, Aguirre-Ramirez G. A comparison of stresses produced during lateral and vertical condensation using engineering model. *J Endod*, 12: 235-41, 1986.
60. Holcomb JQ, Pitts DL, Nicholls JI. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fractures during lateral condensation. *J Endod*, 13 (6): 277-84, 1987.
61. Yaman SD, Alacam T, Yaman Y. Analysis of stress distribution in a vertically condensed maxillary central incisor root canal. *J Endod*, 21: 321-5, 1995.
62. Telli C, Gulkan P, Raab W. Additional studies on the distribution of stresses during vertical compaction of gutta-percha in the root canal. *Brit Dent J*, 187: 32-7, 1999.
63. Obermayr G, Walton RE, Leary JM, Krell KV. Vertical root fracture and relative deformation during obturation and post cementation. *J Prosthet Dent*, 66: 181-7, 1991.
64. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endodon*, 15: 512-6, 1989.

65. Trabert KC, Caput AA, Abou-Rass M. Tooth fracture: a comparison of endodontic and restorative treatments. *J Endod*, 4: 341-5, 1978.
66. Sornkul E, Stennard JG. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. *J Endod*, 18: 440-3, 1992.
67. Abuzeid ST, Ezzat KM, Seef RE, Mohsen MM. Comparative study of two filling techniques using glass-ionomer (Ketac-endo) root canal cement on fracture resistance of endodontically treated roots (in vitro). *Egypt Dent J*, 41: 1367-72, 1995.
68. Pilo R, Corcino G, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with hand and rotary instruments. *J Endod*, 24: 401-4, 1998.
69. Hurmuzlu F, Kiremitci A, Serper A, Altundas, ar E, Siso S. Fracture resistance of endodontically treated premolars restored with ormocer and packable composite. *Journal of Endodontics*, 29: 838-40, 2003.
70. Potashnick SR, Weine FS, Strauss S. Restoration of the endodontically treated tooth. *Endodontic Therapy* 4th ed. Mosby Inc, St Louis, USA, 1989: 653-98.
71. Lertchirakarn V, Palamara JEA, Messer HH. Patterns of vertical root fracture: factors affecting stress distribution in the root canal. *J Endodon*, 29(8): 523-8, 2003.
72. Callister WD. Failure chapter In: materials science and engineering introduction. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 178-228, 1997.
73. Huang HM, Tsai CY, Lee HF et al. Damping effects on the response of maxillary incisor subjected to a traumatic impact force: a nonlinear finite element analysis. *J Dent*, 34: 261-8, 2006.
74. Huang HM, Ou KL, Wang WN, Chiu WT, Lin CT, Lee SY. Dynamic finite element analysis of the human maxillary incisor under impact loading in various directions. *J Endodon*, 31: 723-7, 2005.
75. Sathorn C, Palamara J, Palamara D, Messer H. Effect of root canal size and external root surface morphology on fracture susceptibility and pattern: a finite element analysis. *J Endodon*, 31: 288-92, 2005.
76. Soares PV, Santos-Filho PCF, Queiroz EC et al. Fracture resistance and stress distribution in endodontically treated maxillary premolars restored with composite resin. *J Prosthodont*, 17: 114-9, 2008.

77. Huang TJG, Schilder H, Nathanson D. Effect of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endodon*, 18(5): 209-15, 1992.
78. Larson TD, Douglas WH, Geistfeld RE. Effect of prepared cavities on the strength of teeth. *Oper Dent*, 6: 2-5, 1981.
79. Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. *J Prosthet Dent*, 69(1): 36-40, 1993.
80. Lewinstein I, Grajower R. Root dentin hardness of endodontically treated teeth. *J Endodon*, 7: 421-2, 1981.
81. Papa J, Cain C, Messer HH. Moisture content of vital vs. endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol*, 10: 91-3, 1994.
82. Rivera E, Yamauchi M. Dentin collagen cross-links of root-filled and normal teeth. *J Endodon*, 16: 190, 1990 (Abstract).
83. Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture *Journal of Endodontics* 23, 533-4, 1997.
84. Portenier I, Lutz F, Barbakow F. Preparation of the apical part of the root canal by the Lightspeed and step-back techniques *International Endodontic Journal*, 31: 103-11, 1998.
85. Tan BT, Messer HH. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size *Journal of Endodontics*, 28: 658-64, 2002.
86. Gdoutos EE. *Fracture mechanics: an introduction* Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers, 1993.
87. Bryant ST, Thompson SA, al-Omari MA, Dummer PM. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 1 *International Endodontic Journal*, 31: 275-81, 1998.
88. Glossen CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments *Journal of Endodontics*, 21: 146-51, 1995.

89. Thompson SA, Dummer PM (1997) Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1 International Endodontic Journal, 30: 1-7, 1997.
90. Saleh AA, Ettman WM. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. J Dent, 27: 43-6, 1999.
91. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. J Endod, 20: 276-8, 1994.
92. Ayhan H, Sultan N, Cirak M, Ruhi MZ, Bodur H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. Int Endod J, 32: 99-102, 1999.
93. Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. Int Endod J., 15: 187-96, 1982.
94. Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE, Seltzer S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. J Endod, 1:127-135, 1975.
95. Berg MS, Jacobsen EL, BeGole EA, Remeikis NA. A comparison of five irrigating solutions: a scanning electron microscopic study. J Endod, 12 :192-197, 1986.
96. Rome WJ, Doran JE, Walker WA 3rd. The effectiveness of Gly-Oxide and sodium hypochlorite in preventing smear layer formation. J Endod, 11:281-8, 1985.
97. Rubin LM, Skobe Z, Krakow AA, Gron P. The effect of instrumentation and flushing of freshly extracted teeth in endodontic therapy: a scanning electron microscope study. J Endod, 5: 328-35, 1979.
98. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. J Endod, 8; 487-492., 1982.
99. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. The efficiency of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 52: 197-204, 1981.
100. Baumgartner JC, Ibay AC: The chemical reaction of irrigants used for root canal debridement. J. Endod., 13: 47-51, 1987.

101. Fava LRG, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J*, 32: 257-282, 1999.
102. Heithersay G.S. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. *J Br Endod Soc*, 8: 74-93, 1975.
103. Foreman PL, Barnes IE. A review of calcium hydroxide. *Int Endod J*, 23: 283-97, 1990.
104. Holland R, Mello W, Souza V, Nery MJ, Bernabe PF, Otoboni Filho JA. The influence of the sealing material in the healing process of inflamed pulps capped with calcium hydroxide or zinc oxide eugenol cement. *Acta Odontol Pediatr*, 2: 5-9, 1981.
105. Siqueira JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J*, 32: 361-369, 1999.
106. Hasselgren, Olsson B, Cvek M. Effect of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod*, 14: 125-127, 1988.
107. Türkün M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J*, 30: 335-342, 1997.
108. Akyüz ŞN, Erdemir A. Kalsiyum hidroksitin endodontideki kullanım alanları. *Süleyman Demirel Üniv, Diş Hek Fak Derg*, 2(1): 53-66, 2010.
109. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study *Endodontics & Dental Traumatology*, 8: 45-55, 1992.
110. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod*, 25: 85-8, 1999.
111. Barbizam JVB, Trope M, Teixeira ECN, Tanomaru-Filho M, Teixeira FB. Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. *Braz Dent J*, 19(3): 224-7, 2008.
112. Callister WD. Failure. In WD Callister ed. *Materials science and engineering: an introduction*, 6th edn; pp. 192-245, 2003. New York ; [Chichester]: Wiley.

113. Saw LH, Messer HH. Root strains associated with different obturation techniques *Journal of Endodontics*, 21: 314-20, 1995.
114. Lindauer PA, Campbell AD, Hicks ML, Pelleu GB. Vertical root fractures in curved roots under simulated clinical conditions *Journal of Endodontics*, 15: 345-9, 1989.
115. Harvey TE, White JT, Leeb IJ. Lateral condensation stress in root canals. *J Endodon*, 7: 151-5, 1981.
116. Ricks-Williamson L J, Fotos PG, Goel VK, Spivey JD, Rivera EM, Khera SC. A three-dimensional finite-element stress analysis of an endodontically prepared maxillary central incisor. *J Endodon*, 21: 362-7, 1995.
117. Dang DA, Walton RE. Vertical root fracture and root distortion: effect of spreader design. *J Endodon*, 15: 294-301, 1989.
118. Murgel CAF, Walton RE. Vertical root fracture and dentin deformation: the influence of spreader design. *Endod Dent Traumatol*, 6: 273-8, 1990.
119. Keyf F, Sahin E. Retentive properties of three post-core systems. *Aust Dent J*, 39: 20-24, 1994.
120. Akkayan B, Caniklioglu B. Farklı post tiplerinin kök kırılmalarına etkileri ve post seçim kriterleri. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 21: 75-84, 1997.
121. Ferrari M, Scotzi R. *Fiber Posts. Characteristics and Clinical Applications*. Mason S.p.A., Milano, Italy, 2002.
122. Hernandez R, Bader S, Boston D, Trope M. Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with new generation dentine bonding systems, *Int Endod J*, 27: 281-284, 1994.
123. Barthel CR, Zimmer S, Wussogk R, Roulet JF. Long-term bacterial leakage along obturated roots restored with temporary and adhesive fillings. *J Endod*, 27: 559-562, 2001.
124. Sorensen JA, Martinoff JT. Intra-coronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*, 51: 780-4, 1984.
125. Fuss Z, Lustig J, Katz A, et al. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *J Endod*, 27: 46-8, 2001.

126. Torbjorner A, Karlsson S, Odman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent*, 73: 439–44, 1995.
127. Ferrari M, Vichi A, Garcí'a-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent*, 13: 15B–8, 2000.
128. Soares CJ, Soares PV, de Freitas Santos-Filho PC, et al. The influence of cavity design and glass fiber posts on biomechanical behavior of endodontically treated premolars. *J Endod*, 34: 1015–9, 2008.
129. Pilo R, Shapenco E, Lewinstein I. Residual dentin thickness in bifurcated maxillary first premolars after root canal and post space preparation with parallel-sided drills. *J Prosthet Dent*, 99: 267–73, 2008.
130. Cailleteau JG, Rieger MR, Akin JE. A comparison of intracanal stresses in a postrestored tooth utilizing the finite element method. *J Endod*, 18: 540–4, 1992.
131. Lanza A, Aversa R, Rengo S, et al. 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor. *Dent Mater*, 21: 709–15, 2005.
132. Fernandes A, Dessai G. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *Int J Prosthodont*, 14: 355–63, 2001.
133. Sokol DJ. Effective use of core and post concepts. *J Prosthet Dent*, 52: 231–4, 1984.
134. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent*, 94: 321–9, 2005.
135. Davy DT, Dilley GL, Krejci RF. Determination of stress patterns in root-filled teeth incorporating various dowel designs. *J Dent Res*, 60: 1301–10, 1981.
136. Leary JM, Aquilino SA, Svare CW. An evaluation of post length within the elastic limits of dentine. *J Prosthet Dent*, 57: 277–81, 1987.
137. Burns DA, Krause WR, Douglas HB, et al. Stress distribution surrounding endodontic posts. *J Prosthet Dent*, 64: 412–8, 1990.
138. Isidor F, Bröndum K, Ravnholt G. The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. *Int J Prosthodont*, 12: 78–82, 1999.

139. Lambjerg-Hansen H, Asmussen E. Mechanical properties of endodontic posts. *J Oral Rehabil*, 24: 882–7, 1997.
140. Schmitter M, Rammelsberg P, Lenz J, et al. Teeth restored using fiber-reinforced posts: in vitro fracture tests and finite element analysis. *Acta Biomater*, 6: 3747–54, 2010.
141. Tjan AH, Whang SB. Resistance to root fracture of dowel channels with various thicknesses of buccal dentin walls. *J Prosthet Dent*, 53: 496–500, 1985.
142. Albuquerque Rde C, Polleto LT, Fontana RH, et al. Stres analysis of an upper central incisor restored with different posts. *J Oral Rehabil*, 30: 936–43, 2003.
143. Mattison GD. Photoelastic stres analysis of cast-gold endodontic posts. *J Prosthet Dent*, 48: 407–11, 1982.
144. Mou YB, Chen YM, Smales RJ, et al. Optimum post and tooth root diameters for a cast post-core system. *Am J Dent*, 22: 311–4, 2009.
145. Mentink AG, Creugers NH, Hoppenbrouwers PM, et al. Qualitative assessment of stres distribution during insertion of endodontic posts in photoelastic material. *J Dent*, 26: 125–31, 1998.
146. Deutsch AS, Musikant BL, Cavallari J. Retentive properties of a new post and core system. *J Prosthet Dent*, 53: 12–4, 1985.
147. Ross RS, Nicholls JI, Harrington GW. A comparison of strains generated during placement of five endodontic posts. *J Endod*, 17: 450–6, 1991.
148. Standlee JP, Caputo AA, Holcomb JP. The dentatus screw: comparative stres analysis with endodontic dowels designs. *J Oral Rehabil*, 9: 23–33, 1982.
149. Sorensen JA, Engelman MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*, 64: 419–24, 1990.
150. Silva NR, Castro CG, Santos-Filho PC, et al. Influence of different post design and composition on stres distribution in maxillary central incisor: finite element analysis. *Indian J Dent Res*, 20: 153–8, 2009.
151. Assif D, Oren E, Marshak BL, et al. Photoelastic analysis of stres transfer by endodontically treated teeth to the supporting structure using different restorative techniques. *J Prosthet Dent*, 61: 535–43, 1989.

152. Spazzin AO, Galafassi D, de Meira-Junior AD, et al. Influence of post and resin cement on stress distribution of maxillary central incisors restored with direct resin composite. *Oper Dent*, 34: 223–9, 2009.
153. Caputo AA, Standlee JP. *Biomechanics in Clinical Dentistry*. Chicago: Quint Pub Co, 185–203, 1987.
154. Bitter K, Kielbassa AM. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiberreinforced composite post systems: a review. *Am J Dent*, 20: 353–60, 2007.
155. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, et al. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont*, 21: 328–36, 2008.
156. Grandini S, Goracci C, Tay FR, et al. Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont*, 18: 399–404, 2005.
157. Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, et al. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*, 20: 287–91, 2007.
158. Piovesan EM, Demarco FF, Cenci MS, et al. Survival rates of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced custom posts and cores: a 97-month study. *Int J Prosthodont*, 20: 633–9, 2007.
159. Cohen BI, Pagnillo MK, Newman I, et al. Pilot study of the cyclic fatigue characteristics of five endodontic posts with four core materials. *J Oral Rehabil*, 27: 83–92, 2000.
160. Giovani AR, Vansan LP, de Sousa Neto MD, et al. In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different lengths. *J Prosthet Dent*, 101: 183–8, 2009.
161. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, et al. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont*, 17: 476–82, 2004.
162. Hajizadeh H, Namazikhah MS, Moghaddas MJ, et al. Effect of posts on the fracture resistance of load-cycled endodontically-treated premolars restored with direct composite resin. *J Contemp Dent Pract*, 10: 10–7, 2009.
163. Akkayan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent*, 87: 431–7, 2002.

164. Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, et al. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. *Dent Mater*, 22: 477–85, 2006.
165. Kivanc, BH, Görgünlü G. Fracture resistance of teeth restored with different post systems using new-generation adhesives. *J Contemp Dent Pract*, 9: 33–40, 2008.
166. Martinez-Insua A, da Silva L, Rilo B, et al. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fibre post with a composite core. *J Prosthet Dent*, 80: 527–32, 1998.
167. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fibre, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. *J Prosthodont*, 10: 26–36, 2001.
168. Hu YH, Pang LC, Hsu CC, et al. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with four post-and-core systems. *Quintessence Int*, 34: 349–53, 2003.
169. Fokkinga WA, Kreulen CM, Le Bell-Rönnlöf AM, et al. In vitro fracture behavior of maxillary premolars with metal crowns and several post-and-core systems. *Eur J Oral Sci*, 114: 250–6, 2006.
170. Turner CH. Post retained crown failure: a survey. *Dent Update*, 9: 193–202, 1982.
171. Bex RT, Parker MW, Judkins JT, et al. Effect of dentinal bonded resin post-core preparations on resistance to vertical root fracture. *J Prosthet Dent*, 67: 768–72, 1992.
172. Chan RW, Bryant RW. Post-core foundations for endodontically treated posterior teeth. *J Prosthet Dent*, 48: 401–6, 1982.
173. Mendoza D, Eakle W, Kahl E, et al. Root reinforcement with a resin bonded preformed post. *J Prosthet Dent*, 78: 10–4, 1997.
174. Saupe WA, Gluskin AH, Radke RA Jr. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. *Quintessence Int*, 27: 483–91, 1996.
175. Al-Hazaimeh N, Gutteridge DL. An in vitro study into the effect of the ferrule preparation on the fracture resistance of crowned teeth incorporating prefabricated post and composite core restorations. *Int Endod J*, 34: 40–6, 2001.

176. Mezzomo E, Massa F, Libera SD. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. *Quint Int*, 34: 301–6, 2003.
177. Junge T, Nicholls JI, Phillips KM, et al. Load fatigue of compromised teeth: a comparison of three luting cements. *Int J Prosthodont*, 11: 558–64, 1998.
178. Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, et al. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? *J Endod*, 34: 1006–10, 2008.
179. Dallari A, Rovatti L. Six years of in vitro/in vivo experience with Composipost. *Compend Contin Educ Dent*, 17: 57–63, 1996.
180. Trope M, Langer I, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated premolars. *Endodontics and Dental Traumatology*, 2: 35–8, 1986.
181. Johnson JK, Schwartz NL, Blackwell RT. Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. *JADA*, 93: 597-605, 1976.
182. Akman M, Eskitaşçıoğlu G, Akman S, Belli S. Kök kanal tedavili molar dişlerin restorasyonunda yeni bir yaklaşım. *SÜ Diş Hek Fak Derg*, 19: 221-5, 2010.
183. Baraban DJ. Immediate restoration of pulpless teeth. *J Prosthet Dent*, 28(6): 607-612, 1972.
184. Cho GC, Kanebo LM, Donovan TE, White SN. Diametral and compressive strength of dental core materials. *J Prosthet Dent*, 82(3): 272-276, 1999.
185. White SN. Posterior restorations: change, challenge and controversy. *J Calif Dent Assoc*, 24: 14-16, 1996.
186. Razak AA, Harrison A. The effect of filler content and processing variables on dimensional accuracy of experimental composite inlay material. *J Prosthet Dent*, 77: 353-358, 1997.
187. Joynt RB, Davis EL, Wieczkowski GJ, Williams DA. Fracture resistance of posterior teeth restored with glass ionomer-composite resin systems. *J Prosthet Dent*, 62: 28-31, 1989.

188. Joynt RB, Wieczkowski GJ, Klockowoski R, Davis EL. Effects of composite restorations on resistance to cuspal fracture in posterior teeth. *J Prosthet Dent*, 57: 431-435, 1987.
189. Stampalia LL, Nicholls JI, Brudvik JS. Fracture resistance of teeth with resin-bonded restorations. *J Prosthet Dent*, 55: 694-698, 1986.
190. Bremer BD, Geurtsen W. Molar fracture resistance after adhesive restoration with ceramic inlays or resin-based composites. *Am J Dent*, 14: 216-220, 2001.
191. Dejak B, Mlotkowski A, Romanowicz M. Strength estimation of different designs of ceramic inlays and onlays in molars based on the Tsai-Wu failure criterion. *J Prosthet Dent*, 98: 89-100, 2007.
192. Hickel R, Manhart J. Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failure. *J Adhes Dent*, 3: 45-64, 2001.
193. Nakabayashi N, Pashley DH. *Hybridization of Dental Hard Tissues*. Quintessence Books, Tokyo, 1998.
194. Roulet JF, Degrande M. *Adhesion, The Silent Revolution in Dentistry*. Quint Pub Co Inc, Chicago, 2000.
195. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida J, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, 28: 215-235, 2003.
196. Douglas WH. Clinical status of dentin bonding agents. *J Dent*, 17: 209-15, 1989.
197. Burke FJT, Qualtrough AJE, Hale RW. Dentin bonded all ceramic crowns: Current Status. *JADA*, 129: 455-60, 1998.
198. Erickson RL. Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent*, 5: 81-94, 1992.
199. Swift EJ, Perdiago J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: A brief history and State of the art. *Quint Int*, 26: 95-110, 1995.
200. Burrow MF, Tagami J, Negishi T, Nikaido T, Hosoda H. Early tensile bond strengths of several enamel and dentin bonding systems. *J Dent Res*, 73: 522-28, 1994.

201. Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent*, 25(6): 441-58, 1997.
202. Craig R. Restorative Dental Materials, 10th Ed, The C.V, Mosby Co., St.Louis, 1997.
203. O'Brien WJ. Dental Materials and Their Selection. 2nd Ed. New York: Quint Pub Co; 1997.
204. Şahin MK, Dört farklı cam fiber postun in vitro bükülme dirençlerinin ve sonlu eleman metodu ile stres dağılımlarının analizi. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti. A.D., 2008.
205. McCabe JF, Walls AWG. Applied Dental Materials. 8th Ed. Oxford: Blackwell Science Ltd; 1984.
206. Eraslan O. Farklı okluzyon tiplerinin temporomandibuler eklem üzerinde oluşturdukları fonksiyonel streslerin sonlu elemanlar stres analiz yöntemi ile incelenmesi. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2004.
207. Hiraishi N, Papacchini F, Loushine RJ, Weller RN, Ferrari M, Pashley DH et al. Shear bond strength of resilon to a methacrylate-based root canal sealer. *Int Endod J*, 38: 753-63, 2005.
208. Wood I, Jawad Z, Paisley C, Brunton P. Non-cariou cervical tooth surface loss: a literature review. *J Dent*, 36: 759-766, 2008.
209. Raffetto N. Lasers for initial periodontal therapy. *Lasers in clinical dentistry* Ed. By T. Vassala, 4, WB Saunders Company, New York, 923-936, 2004.
210. Coletton S. Lasers in surgical periodontics and oral medicine. *Lasers in clinical dentistry* Ed. By T. Vassala, 4, WB Saunders Company, New York, 937-962, 2004.
211. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent*, 21: 17-24, 1996.
212. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod*, 31: 584-9, 2005.

213. Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res*, 78: 898–905, 1999.
214. Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: Bonding in the root canal system – The promise and the problems: A Review. *J Endod*, 32: 1125–34, 2006.
215. Spencer P, Wang Y, Katz JL, Misra A. Physicochemical interactions at the dentin/adhesive interface using FTIR chemical imaging. *J Biomed Opt*, 10 (3): 031104, 2005.
216. Johnson ME, Stewart GP, Nielsen CJ, Hatton JF. Evaluation of root reinforcement of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 90: 360-4, 2000.
217. Lertchirakarn V, Timyam A, Messer HH. Effect of root canal sealers on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Endod*, 28(3): 217-9, 2002.
218. Bachicha WS, DiFiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts, *J Endod*, 24: 703-708, 1998.
219. Assouline LS, Fuss Z, Mazor Y, Weiss EI. Bacterial penetration and proliferation in root canal dentinal tubules after applying dentin adhesives in vitro, *J Endod*, 27: 398-400, 2001.
220. Sousa-Neto MD, Coelho FI, Marchesan MA, Alfredo E, Silva-Sousa YTC. Ex vivo study of adhesion of an epoxybased sealer to human dentine submitted to irradiation with Er:YAG and Nd:YAG. *International Endodontic Journal*, 38: 866–70, 2005.
221. Leonard JE, Gutmann JL, Guo IY. Apical and coronal seal of roots obturated with a dentine bonding agent and resin. *Int Endod J*, 29: 76-83, 1996.
222. Mannocci F, Ferrari M. Apical seal of roots obturated with laterally condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent. *J Endod*, 24: 41-4, 1998.
223. Kataoka H, Yoshioka T, Suda H, Imai Y. Dentin bonding and sealing ability of a new root canal resin sealer. *J Endod*, 26: 230-5, 2000.
224. Britto LR, Borer RE, Vertucci FJ, Haddix JE, Gordan VV. 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: 721-3, 2002.

225. Gogos C, Stavrianos C, Kolokouris I, Papadoyannis I, Economides N. Shear bond strength of AH-26 root canal sealer to dentine using three dentine bonding agents. *J Dent*, 31: 321-6, 2003.
226. Schwartz RS, Fransman R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. *J Endod*, 31: 151-65, 2005.
227. Tay FR, Loushine RJ, Weller RN, et al. Ultrastructural evaluation of the quality of apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod*, 31: 514-9, 2005.
228. Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod*, 28: 684-8, 2002.
229. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J Endod*, 29: 595-601, 2003.
230. Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK. Shearing bond strength of endodontic sealers to gutta-percha. *J Endod*, 29: 191-3, 2003.
231. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of root filling and the coronal restoration, *Int Endod J*, 28: 12-8, 1995.
232. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in Root Canals: A Hypothetical or a Tangible Goal. *J Endod*, 33: 391-8, 2007.
233. Çalışkan MK (2006). *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. 1. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, s: 400-62.
234. Weine FS (1989). Canal filling with semisolid materials. In: *Endodontic Therapy*, 4th Ed., St Louis: Mosby, p: 370-415.
235. Clark-Holke D, Drake D, Walton R, Rivera E, Guthmiller JM. Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *J Dent*, 31: 275-81, 2003.
236. Ingle JI, Backland LF. *Endodontics*. Malvern, USA: Williams & Wilkins; 1994.

237. Carvalho-Junior JR, Guimarães LF, Correr-Sobrinho L, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. *Brazilian Dental Journal*, 14: 114–8, 2003.
238. Sousa-Neto MD, Guimarães LF, Saquy PC, Pécora JD. Effect of different grades of gum rosins and hydrogenated resins on the solubility, disintegration, and dimensional alterations of Grossman cement. *J Endod*, 25: 477–80, 1999.
239. Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J Endod*, 28: 351–4, 2002.
240. Pathways of the Pulp, 9th edition; s:358-399.
241. Alaçam T. Endodonti. 2. Baskı. Ankara: Barış Yayınları, s: 451-494, 2000.
242. Üretici firma ve Keleş A, Köseoğlu M. In vitro evaluation of cytotoxic effects of root canal sealers with different chemical compositions. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg*, 19: 90-7, 2009.
243. Ulusoy ÖİA, Genç Ö, Arslan S, Alaçam T, Görgül G. Fracture resistance of roots obturated with three different materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 104: 705-8, 2007.
244. Chadha R, Taneja S; Kumar M, Sharma M. An in vitro comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth obturated with different materials. *Contemp Clin Dent*, 1: 70-2, 2010.
245. Özçopur B, Arı H. Epiphany obturasyon sistemi ve gutta perka ile farklı iki kanal dolgu patı kullanılarak kanal dolgusu yapılan dişlerde kırılma dayanımlarının karşılaştırılması. *SÜ Dişhek Fak Derg*, 16: 1-6, 2007.
246. Lertchirakarn V, Poonkaew A, Messer H. Fracture resistance of roots filled with gutta-percha or RealSeal. *Int Endod J*, 44(11): 1005-10, 2011.
247. Wadhvani KK, Gurung S. Evaluation of root canal sealers on the fracture resistance of root canal treated teeth – An in vitro study.
248. Çobankara FK, Üngör M, Belli S. The effect of two different root canal sealers and smear layer on resistance to root fracture. *J Endod*, 28(8): 606-9, 2002.

249. Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod*, 33: 856-8, 2007.
250. Jainena A, Palamara JEA, Messer HH. The effect of resin-based sealers on fracture properties of dentine. *Int Endod J*, 42: 136-143, 2009.
251. Çalışkan MK. Kök kanal tedavisinde kanal içi medikasyon. In: *Endodontide tanı ve tedaviler*. Ed. Çalışkan MK. 1th ed. Nobel Yayınevi. 433-462, 2006.
252. Walia H, Costas J, Brantley W, Gerstein H. Torsional ductility and cutting efficiency of the nickel-titanium file. *J Endod*, 15: 174-6, 1989.
253. Brayton SM, Davis SR, Goldman M. Gutta-percha root canal fillings, an in vitro analysis. Part I. *Oral Surg*, 35: 226-31, 1973.
254. Gilhooly RMP, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PMH. Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm-phase gutta-percha with single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 91: 89-94, 2001.
255. Alaçam T, Topuz Ö, Genç Ö. Yapay kök kanallarında soğuk lateral kondansasyon ve farklılaştırılmış devamlı ısıyla dolgu yöntemi ile yapılan gutta perka dolguların ağırlık olarak değerlendirilmesi. *GÜ Dişhek Fak Derg*, 22: 105-9, 2005.
256. Bhambhani SM, Sprechmann K. Microleakage comparison of Thermafil versus vertical condensation using two different sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 78: 105-8, 1994.
257. Budd CS, Weller RN, Kulild JC. A comparison of thermoplasticized injectable gutta-percha obturation techniques. *J Endod*, 17: 260-4, 1991.
258. Gutmann JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part I. Radiographic evaluation of adaptation and placement. *Int Endod J*, 26: 173-7, 1993.
259. Tagger M, Katz A, Tamse A. Apical seal using the GPII method in straight canals compared with lateral condensation, with or without sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 78: 225-31, 1994.
260. Topçuoğlu HS, Arslan H, Keleş A, Köseoğlu M. Fracture resistance of roots filled with three different obturation techniques. *Med Oral Patol Cir Bucal*, 2011 Dec 6 (Epub ahead of print).

261. Merdad K, Pascon AE, Kulkarni G, Santerre P, Friedman S. Short-term cytotoxicity assessment of components of the epiphany resin-percha obturating system by indirect and direct contact millipore filter assays. *J Endod*, 33: 24–7, 2007.
262. Schäfer E, Zandbiglari T, Schäfer J. 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(2): 274-9, 2007.
263. Resende LM, Rached-Junior FJA, Versiani MA, Souza-Gabriel AE, Miranda CES, Silva-Sousa YTC, Sousa Neto MD. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. *International Endodontic Journal*, 42: 785–793, 2009.
264. Pentron. Epiphany soft resin endodontic obturation system manufacturer's instruction hand book. Wallingford, CT, USA: Pentron Clinical Technologies, LLC, 2007.
265. Shrestha D, Wei X, Wu WC, Ling JQ. Resilon: a methacrylate resin-based obturation system. *J Dent Sci*, 5(2): 47-52, 2010.
266. Monteiro J, de Ataíde Ide N, Chalakkal P, Chandra PK. In vitro resistance to fracture of roots obturated with Resilon or gutta-percha. *J Endod*, 37(6): 828-31, 2011.
267. Baba S, Grover S, Tyagi V. Fracture resistance of teeth obturated with gutta-percha and Resilon: an in vitro study. *J Conserv Dent*, 13(2): 61-4, 2010.
268. Skidmore LJ, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of resilon and gutta-percha. *J Endod*, 32: 963-6, 2006.
269. Ribeiro FC, Souza-Gabriel AE, Marchesan MA, Alfredo E, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD. Influence of different endodontic filling materials on root fracture susceptibility. *J Dent*, 36: 69-73, 2008.
270. Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod*, 31(11): 809-13, 2005.
271. Haschke E. Adhesive endodontic cones and related methods. United States Patent Application 20040202986. US Patent & Trademark Office, October 14, 2004.

272. Tay FR, Robert J, Loushine RJ, Monticelli F, Weller RN, Breschi L, Ferrari M, Pashley DH. Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals. *J. Endod*, 31: 659-664, 2005.
273. Ultradent Products, Inc, EndoREZ, Instructions for use.
274. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Effect of new obturating materials on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Endod*, 33: 732-6, 2007.
275. Bouillaguet S, Bertossa B, Krejci I, Wataha JC, Tay FR, Pashley DH. Alternative adhesive strategies to optimize bonding to radicular dentin. *J Endod*, 33: 1227-30, 2007.
276. Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces, *J Endod*, 27, 321-324, 2001.
277. Imai Y, Komabayashi T. Properties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin, *J Endod*, 29, 20-23, 2003.
278. Arı H, Özçopur M. Kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımlarının push out test tekniği ile değerlendirilmesi, *SU Dişhek Fak Derg*, 2, 85-90, 2006.
279. Heydecke G, Butz F, Strub JR. 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, 2001.
280. Siso SH, Hurmuzlu F, Altundasar E, Serper A, Nagas E, Savgat A. Evaluation of the fracture resistance of root filled teeth restored with different restorative materials and post systems, *Int Endod J*, 38, 914-918, R53, 2005.
281. Lam PP, Palamara JE, Messer HH. Fracture strength of tooth roots following canal preparation by hand and rotary instrumentation, *J Endod*, 31, 529-532, 2005.
282. Vertucci FJ. Management of a vertical root fracture. *J Endod*, 11: 126-31, 1985.
283. Steele A, Johnson BR. In vitro fracture strength of endodontically treated premolars. *J Endod*, 25: 6-8, 1999.
284. Hansen EK, Asmussen E, Christiansen NC. In vivo fractures of endodontically treated posterior teeth restored with amalgam. *Endod Dent Traumatol* 6: 49-55, 1990.

285. Owen CP. Factors influencing in retention and resistance of preparations for cast intracoronar restorations. *J Prosthet Dent*, 55: 674-7, 1986.
286. Sathorn C, Palamara JE, Messer HH. A comparison of the effects of two canal preparation techniques on root fracture susceptibility and fracture pattern. *J Endod*, 31: 283-7, 2005.
287. Rundquist BD, Versluis A. How does canal taper affect root stresses. *Int Endod J*, 39: 226-37, 2006.
288. Rankine-Wilson RW & Henry P. The bifurcated root canal in lower anterior teeth. *J Am Dent Assoc*. 1965 May; 70: 1162-5.
289. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the mandibular anterior teeth. 1974 Aug; 89(2):369-71.
290. Erdoğan S, 2004. Sürekli değişkenler için güvenilirlik analizinde kullanılan ilişki katsayılarının değişken varyansından ve etki büyüklüğünden etkilenme durumları. Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
291. Rueggeberg FA. Substrate for adhesion testing to tooth structure-review of the literature. *Dent Mater*, 7(2): 2-10, 1991.
292. Davis EL, Joynt RB, Wiczowski G, Laura JC. Bond durability between dentinal bonding agents and tooth structure. *J Prosthet Dent*, 62: 253-6, 1989.
293. Swift EJ, Hansen SE, Bailey SJ. Effects of the XR. Bonding systems on microleakage. *Am J Dent*, 3: 143-6, 1990.
294. Addy M, Mostafa P. Dentin hypersensitivity. I. Effects produced by the uptake in vitro of metal ions, fluoride and formaldehyde onto dentine. *J Oral Rehabil*, 15: 575-585, 1988.
295. Shaffer SE, Barkmeier WW, Gwinnett AJ. Effect of disinfection/sterilization on in vitro enamel bonding *J Dent Educ*, 49: 658-9, 1985.
296. Retief DH, Wendt SL, Bradley EL, Denys FR. The effect of storage media and duration of storage of extracted teeth on the shear bond strength of Scotchbond 2/Silux to dentin. *Am J Dent*, 2(5): 269-73, 1989.

297. Saunders WP, Saunders EM. Influence of smear layer on the coronal leakage of thermafil and laterally condensed gutta-percha root fillings with a glass ionomer sealer. *J Endod*, 20: 155-8, 1994.
298. PittFord TR. The leakage of root fillings using glass ionomer cement and other materials. *Br Dent J*, 146: 273-8, 1979.
299. Chung HA, Titley K, Torneck CD, Lawrence HP, Friedman S. Adhesion of glass-ionomer cement sealers to bovine dentin conditioned with intracanal medications. *J Endod*, 27: 85-88, 2001.
300. Gogos C, Economides N, Stavrianos C, Kolokouris I, Kolorikos I. Adhesion of a new metacrylate resin-based sealer to human dentin. *J Endod*, 30: 238-40, 2004.
301. Bala O, Erten Can H, Ünlü İ, Kayaoğlu G. Cam iyonomer esaslı kök kanal dolgu patlarının kök kanal duvarına adaptasyonlarının SEM ile değerlendirilmesi, *GÜ Dişhek Fak Derg*, 19: 5-10, 2002.
302. Oksan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study, *Int Endod J*, 26, 301-305, 1993.
303. Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod*, 30: 342-347, 2004.
304. Shipper G, Teixeira FB, Arnold RR, Trope M. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or Resilon. *J Endod*, 31: 91-96, 2005.
305. Bodrumlu E, Tunga U. Apical leakage of Resilon™ obturation material. *J Contemp Dent Pract*, 7: 45-52, 2006.
306. Johnson WT, Gutmann JL. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: *Pathways of the pulp*. Ed.: S. Cohen, K.M. Hargreaves. 9th. Ed., Mosby, Inc, Chapter 10, 2006.
307. Grande NM, Plotino G, Lavorgna L, Ioppolo P, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Influence of different root canal-filling materials on the mechanical properties of root canal dentin. *J Endod*, 33: 859-863, 2007.
308. Perdigao J, Lopes MM, Gomes G. Interfacial adaptation of adhesive materials to root canal dentin. *J Endod*, 33: 259-263, 2007.

309. Pitout E, Oberholzer TG, Blignaut E, Molepo J. Coronal leakage of teeth root-filled with gutta-percha or resilon root canal filling material. *J Endod*, 32: 869-81, 2006.
310. Shemesh H, Wu MK, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal ex vivo study. *Int Endod J*, 39: 968-76, 2006.
311. Stratton RK, Apicella MJ, Mines PA. Fluid infiltration comparison of gutta-percha versus resilon, a new soft resin endodontic obturation system. *J Endod*, 32: 642-5, 2006.
312. Grossman LI. *Endodontic practice*. 11th Ed., Philadelphia, Lea & Febiger, p.:242-270, 1988.
313. Ezzie E, Fleury A, Solomon E, Spears R, HE J. Efficacy of retreatment techniques for a resin-based root canal obturation material. *J Endod*, 32: 341-344, 2006.
314. Venturi M, Breschi L. Evaluation of apical filling after warm vertical gutta-percha compaction using different procedures. *J Endod*, 30: 436-440, 2004.
315. Vizgirda PJ, Liewehr FR, Patton WR, McPherson JC, Buxton TB. A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta-percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. *J Endod*, 30: 103-106, 2004.
316. Skinner R, Van Himel T. The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha with and without the use of sealers. *J Endod*, 13: 315-7, 1987.
317. Zmener O, Spielberg C, Lamberghini F, Rucci M. Sealing properties of a new epoxy resin-based root-canal sealer. *Int Endod J*, 30: 332-4, 1997.
318. Sousa-Neto MD, Passarinho-Neto JG, Carvalho-Junior JR, Cruz-Filho AM, Pecora JD, Saquy PC. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. *Braz Dent J*, 13: 123-8, 2002.
319. Teixeira FB, Teixeira ECN, Thompson J, Leinfelder KF, Trope M. Dentinal bonding reaches the root canal system. *J Esthet Restor Dent*, 16: 348-354, 2004.
320. Smith JJ, Wayman BE. An evaluation of the antimicrobial effectiveness of citric acid as a root canal irrigant. *J Endod*, 12: 54-7, 1986.

321. Oyarzún A, Cordero AM, Whittle M. Immunohistochemical evaluation of the effects of sodium hypochlorite on dentin collagen and glycosaminoglycans. *J Endod*, 28: 152-6, 2002.
322. Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J*, 34: 113-9, 2001.
323. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod*, 7: 238-242, 1975.
324. Pashley DH. Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent Suppl*, 3: 13-29, 1984.
325. Kouvas V, Liolios E, Vassiliadis L, Parissis-Messimeris S, Boutsoukias A. Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: a SEM study. *Endod Dent Traumatol*, 14: 191-5, 1998.
326. Kennedy W, Walker WA, Gouch RW. Smear layer removal effects on apical leakage. *J Endodon*, 12: 21-27, 1986.
327. Yu XY, Joynt RB, Davis EL, Wiecekowski Jr G. Adhesion to dentine. *Journal of the California Dental Association*, 21: 23-9, 1993.
328. De Gee AJ, Wu MK, Wesselink PR. Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH-26 root canal sealers. *Int Endod J*, 27: 239-44, 1994.
329. Pecora JD, Cussioli AL, Guerisoli DM, et al. Evaluation of Er:YAG laser and EDTAC on dentine adhesion of six endodontic sealers. *Braz Dent J*, 12: 27-30, 2001.
330. Pashley DH, Michelis V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent*, 49: 531-7, 1981.
331. Gettleman BH, Meeser HH, El Deeb ME. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *J Endod*, 17: 15-20, 1991.
332. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J Endod*, 31: 293-6, 2005.
333. Behrend GD, Cutler CW, Gutmann JL. An in-vitro study of smear layer removal and microbial leakage along root-canal fillings. *Int Endod J*, 29: 99-107, 1996.

334. Wesselink P, Bergenholtz G. Treatment of the necrotic pulp. In: Textbook of endodontology. Ed.: G. Bergenholtz, P. Horsted-Bindslev, C. Reit. Blackwell Munksgaard, Oxford, UK, Chapter 11, 2007.
335. Morris MD, Lee K-W, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-Prep on bond strengths of resin cement on endodontic surfaces. *J Endod*, 27: 753–7, 2001.
336. Erdemir A, Ari H, Güngünes H, Belli S. Effect of medicaments for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod*, 30: 113-6, 2004.
337. Orstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressing of experimentally infected dentinal tubules. *Dent Traumatol*, 6: 142-9, 1990.
338. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland L. Clinical implications of the smear layer in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 94: 658-66, 2002.
339. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K. A new solution for removal of the smear layer. *J Endod*, 29: 170-5, 2003.
340. Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland LK, Shabahang S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *Int J Endod*, 29: 233-9, 2003.
341. Karapinar Kazandag M, Sunay H, Tanalp J, Bayirli G. Fracture resistance of roots using different canal filling systems. *Int Endod J*, 42: 705-10, 2009.
342. Hannig C, Westphal C, Becker K, Attin T. Fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored with CAD/CAM ceramic inlays. *J Prosthet Dent*, 94: 342-9, 2005.
343. Zandbiglari T, Schäfer E. 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, 2006.
344. Carvalho CAT, Valera MC, Oliveira LD, Camargo CHR. Structural resistance in immature teeth using root reinforcements in vitro. *Dent Traumatol*, 21: 155–159, 2005.
345. Weis MV, Parashos P, Messer HH. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *Int Endod J*, 37: 653–663, 2004.

346. Nunes VH, Silva RG, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC. Adhesion of Epiphany and AH Plus Sealers to Human Root Dentin Treated with Different Solutions. *Braz Dent J*, 19(1): 46-50, 2008.
347. Üreyen Kaya B, Keçeci AD, Orhan H, Belli S. Micropush-out bond strengths of gutta-percha versus thermoplastic synthetic polymer-based systems – an ex-vivo study. *International Endodontic Journal*, 41, 211–218, 2008.
348. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater*, 19: 199-205, 2003.
349. Franco EB, Lopes LG, D'alpino PH, Pereira JC, Mondelli RF, Navarro MF. Evaluation of compatibility between different types of adhesives and dual-cured resin cement. *J Adhes Dent*, 4: 271–5, 2002.
350. Nunes VH, Silva RG, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC. Adhesion of Epiphany and AH Plus Sealers to Human Root Dentin Treated with Different Solutions. *Braz Dent J*, 19(1): 46-50, 2008.
351. Rached-Junior FJ, Souza-Gabriel AE, Alfredo E, Miranda CE, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Bond strength of epiphany sealer prepared with resinous solvent. *J Endod*, 35: 251–5, 2009.
352. Versiani MA, Carvalho-Junior JR, Padilha MIAF, Lacey S, Pascon EA, Sousa-Neto MD. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus™ and Epiphany™ root canal sealants. *International Endodontic Journal*, 39: 464–471, 2006.
353. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod*, 33: 391–8, 2007.
354. Williams C, Loushine RJ, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. A comparison of cohesive strength and stiffness of resilon and gutta-percha. *J Endod*, 32: 553–5, 2006.
355. Doyle MD, Loushine RJ, Agee KA, Gillespie WT, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. 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, 2006.
356. Bergmans L, Moisiadis P, De Munck J, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Effect of polymerization shrinkage on the sealing capacity of resin fillers for endodontic use. *J Adhes Dent*, 7(4): 321-9, 2005.

357. Jainan A, Palamara JEA, Messer HH. Push-out bond strengths of the dentine–sealer interface with and without a main cone. *Int Endod J*, 40: 882–890, 2007.

358. Stoll R, Thull P, Hobeck C, Yüksel S, Jablonski-Momeni A, Roggendorf MJ, Frankenberger R. Adhesion of self-adhesive root canal sealers on gutta-percha and Resilon. *J Endod*, 36(5): 890-3, 2010.

8. ÖZGEÇMİŞ

Tolga Sandıkcı 03.04.1983 tarihinde Adana'da doğmuştur. İlköğretimini Adana Atatürk İlköğretim Okulu'nda tamamlamıştır. Orta öğrenimini Tarsus Amerikan Lisesi'nde tamamladıktan sonra, 2001 yılında Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde yüksek öğrenimine başlamıştır. 2006 yılında Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden mezun olmuştur. Aynı yıl Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda doktora programına başlamıştır.